

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СП

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ
ПОЖАРЕ**

**СУПРАЦЬДЫМНАЯ АБАРОНА
БУДЫНКАЎ І ЗБУДАВАННЯЎ
ПРЫ ПАЖАРЫ**

Издание официальное

Минск 202__

УДК

Ключевые слова: противодымная вентиляция, клапаны дымоудаления, дымовая зона

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив:

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от _____ № _____

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные правила входят в блок 2.02 «Пожарная безопасность»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Настоящие строительные правила не могут быть воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

Изданы на русском языке

Содержание

1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Принципиальные схемы планировочных решений коридоров и помещений без устройства и с устройством систем дымоудаления, деления коридоров на участки, принципиальные схемы расстановки клапанов дымоудаления.	
5 Противодымная защита коридоров, вестибюлей, холлов, фойе и помещений без естественного проветривания при пожаре	
6 Противодымная защита шахт лифтов, лестничных клеток, тамбур-шлюзов и возмещение объемов удаляемых продуктов горения	
Приложение А Пример расчета противодымной вентиляции из коридоров жилого дома	
Приложение Б Пример расчета противодымной вентиляции из коридоров общественного здания	
Приложение В Пример расчета противодымной вентиляции из помещений	
Приложение Г Пример расчета противодымной вентиляции для незадымляемой лестничной клетки типа Н2 здания	
Приложение Д Пример расчета противодымной вентиляции для незадымляемой лестничной клетки типа Н3 здания	
Приложение Е Пример расчета противодымной вентиляции для тамбур-шлюзов	
Приложение Ж Пример расчета противодымной вентиляции для шахт лифтов	
Библиография	

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА

**ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ПОЖАРЕ.
СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ**

**СУПРАЦЬДЫМНАЯ АБАРОНА
БУДЫНКАЎ І ЗБУДАВАННЯЎ ПРЫ ПАЖАРЫ.
СІСТЭМЫ ВЕНТЫЛЯЦЫІ**

Protection against a smoke
of buildings and constructions at a fire.
Systems of ventilation

1 Область применения

Настоящие строительные правила распространяются на проектирование на объектах строительства систем вентиляции, предназначенных для противодымной защиты зданий и сооружений при пожаре (далее – противодымная вентиляция) и удаления газов и продуктов горения после пожара.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных правилах использованы ссылки на следующие документы:

СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений

СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений

СН 2.02.07-2020 Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции

СН 3.02.01-2019 Жилые здания

СН 3.02.03-2019 Станции технического обслуживания транспортных средств.
Гаражи-стоянки автомобилей

СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

СТБ 11.0.02-95 Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная
безопасность. Общие термины и определения

СТБ 11.0.03-95 Система стандартов пожарной безопасности. Пассивная
противопожарная защита. Термины и определения

СТБ 11.03.01-2009 Система стандартов пожарной безопасности. Воздуховоды. Метод
испытания на огнестойкость

СТБ 1900-2008 Строительство. Основные термины и определения

СП(ОР) -20

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения

ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.033, ГОСТ 12.1.044, СТБ 1900, СТБ 11.0.02, СТБ 11.0.03, СН 4.02.03, СН 2.02.03, СН 2.02.05, СН 2.02.07-2020, СН 3.02.01, СН 3.02.03, [1].

4 Принципиальные схемы планировочных решений коридоров и помещений без устройства и с устройством систем дымоудаления, деления коридоров на участки, принципиальные схемы расстановки клапанов дымоудаления.

4.1 Согласно п.5.1в) СН 2.02.07 в зданиях высотой менее 30 м вытяжная противодымная вентиляция для удаления продуктов горения при пожаре требуется из коридоров (участков коридоров, тупиковых ответвлений к коридорам, холлов, вестибюлей и фойе (далее – коридор), предназначенных для эвакуации более 50 чел., в случае отсутствия в них естественного проветривания по п.5.12 СН 2.02.07. Данные требования не распространяются на коридоры зданий класса Ф5.1-Ф5.3 категорий Г и Д, за исключением коридоров в пристройках и вставках (встройках).

Варианты планировочных решений коридоров без естественного проветривания с четным количеством эвакуационных выходов (два, четыре), в которых не требуется устройство вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре.

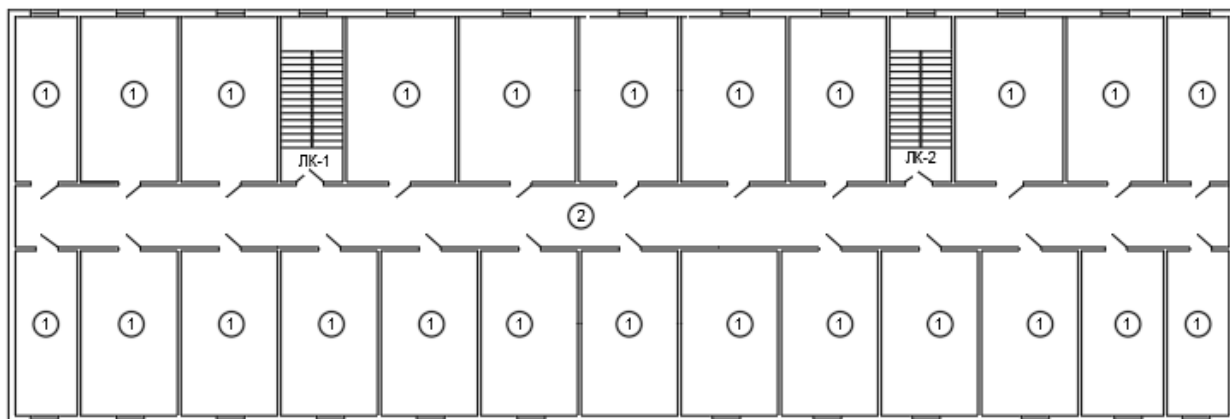


Рисунок 4.1 Схема этажа с двумя лестничными клетками и одним коридором.

ЛК-1, ЛК-2– лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор между лестничными клетками ЛК-1 и ЛК-2, предназначенный для эвакуации 50 человек и менее.

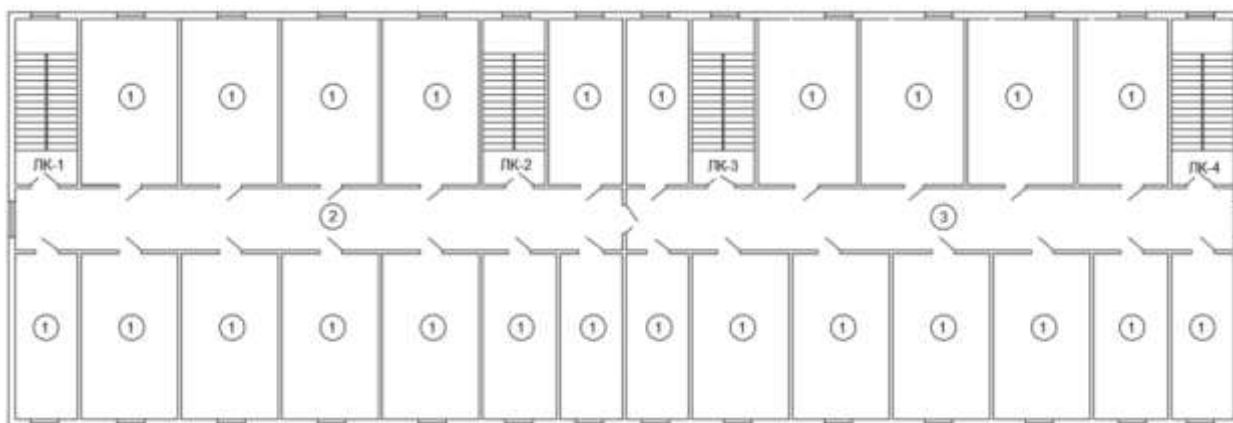


Рисунок 4.2 Схема этажа с четырьмя лестничными клетками и двумя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3, ЛК-4 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор между лестничными клетками ЛК-1 и ЛК-2, предназначенный для эвакуации 50 человек и менее;

3 – коридор между лестничными клетками ЛК-3 и ЛК-4, предназначенный для эвакуации 50 человек и менее.

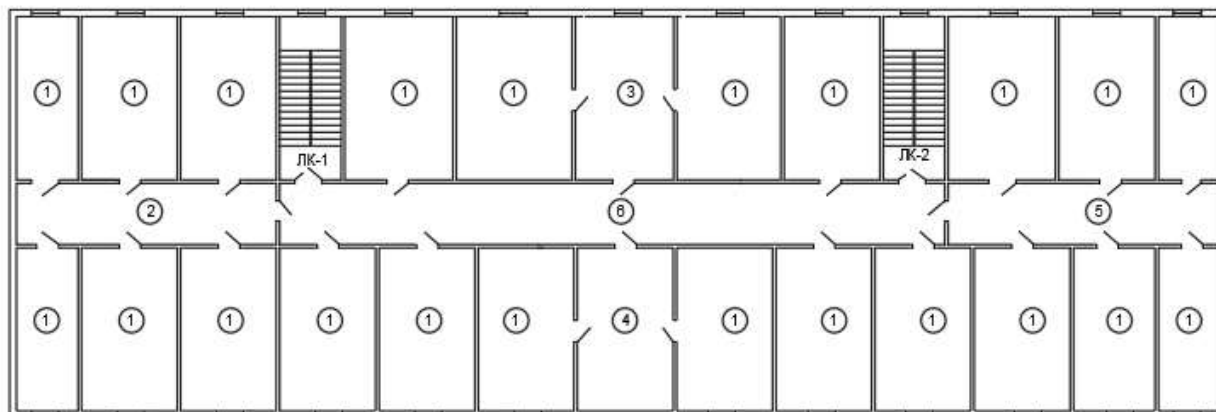


Рисунок 4.3 Схема этажа с двумя лестничными клетками и пятью коридорами.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2-5 – коридоры, предназначенные для эвакуации 50 человек и менее;

6 – коридор между лестничными клетками ЛК-1 и ЛК-2, на котором суммарное количество людей, с учетом эвакуирующихся из коридоров №2-5, не превысит 50 человек.

Вариант планировочного решения с четным количеством эвакуационных выходов (два) с коридорами без естественного проветривания, в части которых требуется устройство вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре.

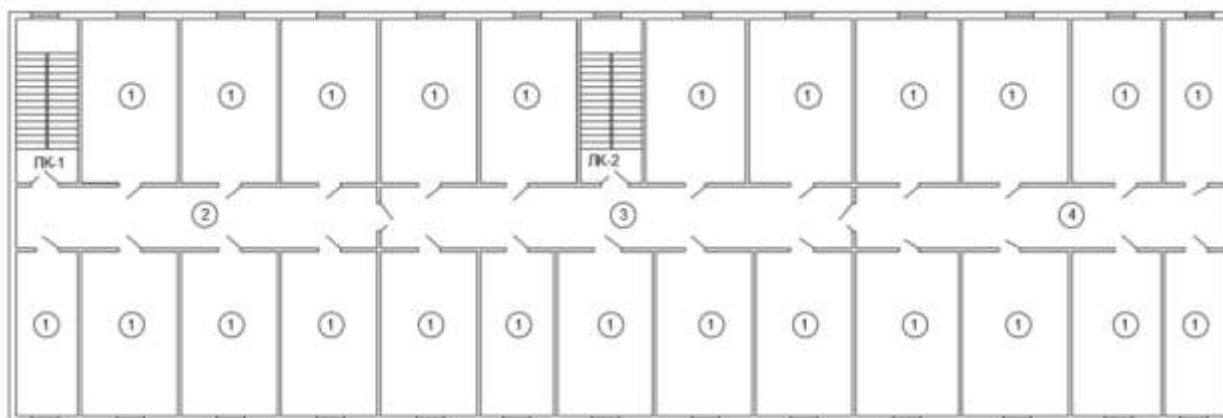


Рисунок 4.4 Схема этажа с двумя лестничными клетками и тремя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2-4 – коридоры, в которые выходят помещения, предназначенные для одновременного пребывания 20 человек).

Для определения необходимости устройства системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №№ 2, 3, 4 следует рассчитать количество эвакуирующихся людей по каждому коридору, ведущему к лестничным клеткам без учета каждой из них (два варианта исключения).

Вариант 1.

СП(ОР) -20

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничную клетку ЛК-2 без учета лестничной клетки ЛК-1:

- в коридоре № 2 - 20 человек;
- в коридоре № 3 - суммарное количество человек 60 (20 человек из коридора № 2, 20 человек из помещений, выходящих в коридор №3, 20 человек из коридора №4);
- в тупиковом коридоре № 4 -20 человек.

Вариант 2.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничную клетку ЛК-1 без учета лестничной клетки ЛК-2:

- в коридоре № 2 - суммарное количество человек 60 (20 человек из помещений, выходящих в коридор № 2, 20 человек из коридора № 3, 20 человек из коридора № 4);
- в коридоре № 3 - суммарное количество человек 40 (20 человек из помещений, выходящих в коридор № 3, 20 человек из коридора № 4);
- в тупиковом коридоре № 4 - 20 человек.

В вариантах 1-2 количество эвакуирующихся людей (с поочерёдным исключением каждой лестничной клетки) в коридорах № 2 и № 3 составляет более 50 человек, поэтому в коридорах № 2 и № 3 требуется устройство вытяжной противодымной вентиляции.

Варианты планировочных решений коридоров без естественного проветривания с нечетным количеством (три) эвакуационных выходов (с целью определения необходимости устройства вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре).

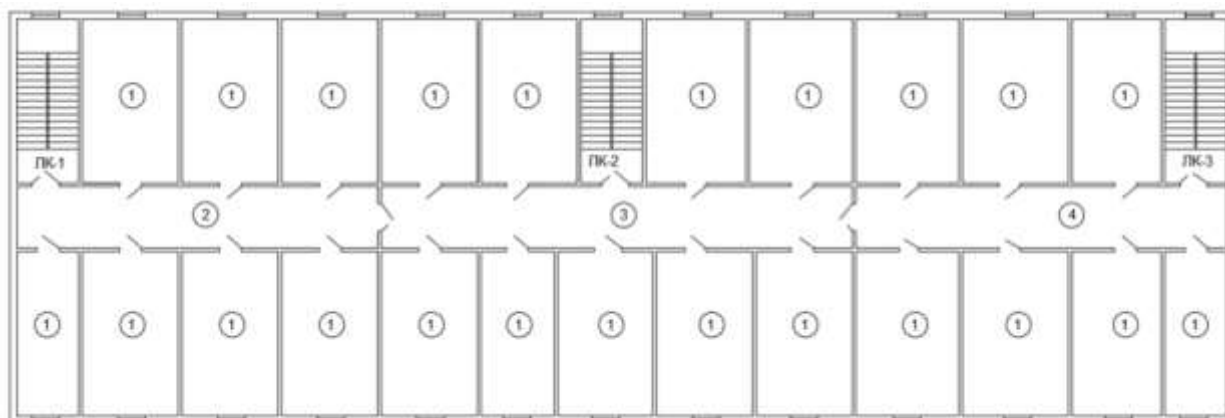


Рисунок 4.5 Схема этажа с тремя лестничными клетками и тремя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2-4 – коридоры, в которые выходят помещения, предназначенные для одновременного пребывания 20 человек.

СП(ОР) -20

Для определения необходимости устройства системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №№ 2, 3, 4 следует рассчитать количество эвакуирующихся людей по каждому коридору, ведущему к лестничным клеткам без учета каждой из них (три варианта исключения).

Вариант 1.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничные клетки ЛК-2, ЛК-3 без учета лестничной клетки ЛК-1:

- в коридоре №2 - 20 человек;
- в коридоре №3 - суммарное количество человек 40 (20 человек из коридора №2 и 20 человек из помещений, выходящих в коридор №3);
- в коридоре №4 - 20 человек.

Вариант 2.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничные клетки ЛК-1, ЛК-3 без учета лестничной клетки ЛК-2:

- в коридоре №2 - суммарное количество человек 30 (20 человек из помещений, выходящих в коридор №2, и 10 человек из коридора №3 (50% от количества людей, выходящих из помещений в коридор №3));
- в коридоре №3 - 20 человек;
- в коридоре №4 - суммарное кол-во человек 30 (20 человек из помещений, выходящих в коридор №4, и 10 человек из коридора №3 (50% от количества людей, выходящих из помещений в коридор №3)).

Вариант 3.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничные клетки ЛК-1, ЛК-2 без учета лестничной клетки ЛК-3:

- в коридоре №2 - 20 человек;
- в коридоре №3 - суммарное количество человек 40 (20 человек из коридора №4 и 20 человек из помещений, выходящих в коридор №3);
- в коридоре №4 - 20 человек.

В вариантах 1-3 количество эвакуирующихся людей в коридорах №2-4 (с поочерёдным исключением каждой лестничной клетки) составляет менее 50 человек, поэтому устройство вытяжной противодымной вентиляции не требуется.

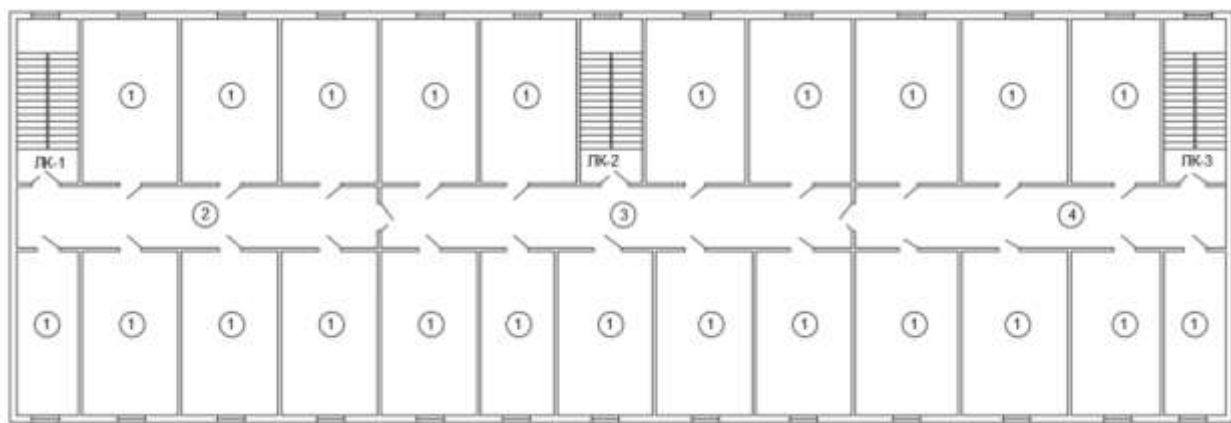


Рисунок 4.6 Схема этажа с тремя лестничными клетками и тремя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2-4 – коридоры, в которые выходят помещения, предназначенные для одновременного пребывания 30 человек.

Для определения необходимости устройства системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №№ 2, 3, 4 следует рассчитать количество эвакуирующихся людей по каждому коридору, ведущему к лестничным клеткам без учета каждой из них (три варианта исключения).

Вариант 1.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничные клетки ЛК-2, ЛК-3 без учета лестничной клетки ЛК-1:

- в коридоре №2 - 30 человек;
- в коридоре №3 - суммарное количество человек 60 (30 человек из коридора №2 и 30 человек из помещений, выходящих в коридор №3);
- в коридоре №4 - 30 человек.

Вариант 2

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничные клетки ЛК-1, ЛК-3 без учета лестничной клетки ЛК-2:

- в коридоре №2 - суммарное количество человек 45 (30 человек из помещений, выходящих в коридор №2, и 15 человек из коридора №3 (50% от количества людей, выходящих из помещений в коридор №3));
- в коридоре №3 - 30 человек;
- в коридоре №4 - суммарное количество человек 45 (30 человек из помещений, выходящих в коридор №4, и 15 человек из коридора №3 (50% от количества людей, выходящих из помещений в коридор №3)).

Вариант 3

СП(ОР) -20

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3, 4 в лестничные клетки ЛК-1, ЛК-2 без учета лестничной клетки ЛК-3:

- в коридоре №2 - 30 человек;
- в коридоре №3 - суммарное количество человек 60 (30 человек из коридора №4 и 30 человек из помещений, выходящих в коридор №3);
- в коридоре №4 - 30 человек.

В вариантах 1, 3 количество эвакуирующихся людей (с поочерёдным исключением каждой лестничной клетки) в коридоре №3 составляет более 50 человек, поэтому в коридоре №3 требуется устройство вытяжной противодымной вентиляции.

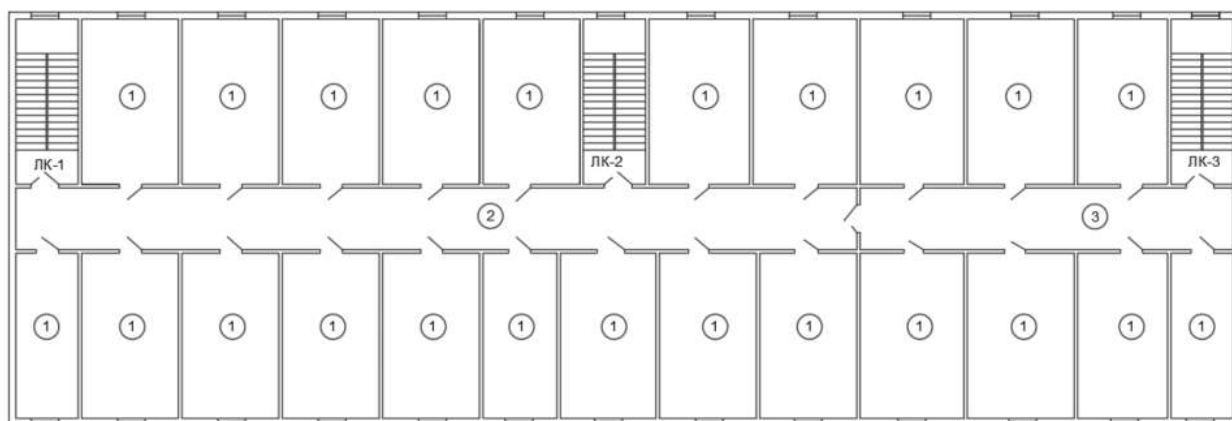


Рисунок 4.7 Схема этажа с тремя лестничными клетками и двумя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор, в который выходят помещения, предназначенные для одновременного пребывания 60 человек;

3 – коридор, в который выходят помещения, предназначенные для одновременного пребывания 30 человек.

Для определения необходимости устройства системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №№ 2, 3 следует рассчитать количество эвакуирующихся людей по каждому коридору, ведущему к лестничным клеткам без учета каждой из них (три варианта исключения).

Вариант 1.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3 в лестничные клетки ЛК-2, ЛК-3 без учета лестничной клетки ЛК-1:

- в коридоре №2 - 60 человек;
- в коридоре №3 - 30 человек.

Вариант 2.

СП(ОР) -20

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3 в лестничные клетки ЛК-1, ЛК-3 без учета лестничной клетки ЛК-2:

- в коридоре №2 - 60 человек;
- в коридоре №3 - 30 человек.

Вариант 3.

Количество эвакуирующихся людей по коридорам №№ 2, 3 в лестничные клетки ЛК-1, ЛК-2 без учета лестничной клетки ЛК-3:

- в коридоре №2 - суммарное количество человек 90 (30 человек из коридора №3 и 60 человек из помещений, выходящих в коридор №2);
- в коридоре №3 - 30 человек.

В вариантах 1-3 количество эвакуирующихся людей (с поочерёдным исключением каждой лестничной клетки) в коридоре №2 составляет более 50 человек, поэтому в коридоре №2 требуется устройство вытяжной противодымной вентиляции.

Схемы коридоров с естественным проветриванием по п.5.12 СН 2.02.07, предназначенных для эвакуации более 50 человек.

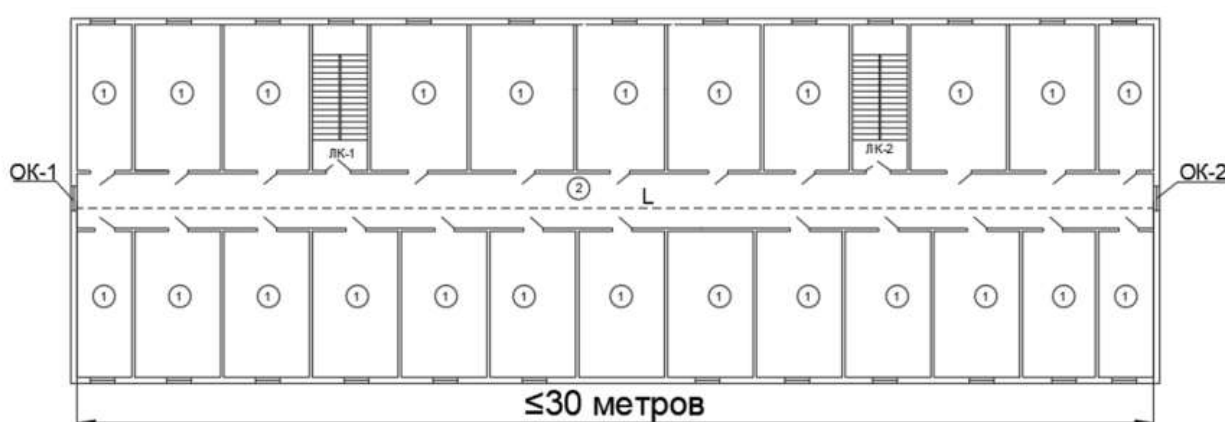


Рисунок 4.8 Схема этажа с двумя лестничными клетками и окнами по торцам.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2– коридор, предназначенный для эвакуации более 50 человек.

ОК-1, ОК-2 – в наружных ограждающих конструкциях здания открываемые оконные проемы, предназначенные для естественного проветривания, соответствующие требованиям изложенным в п.5.12 СН 2.02.07.

Расстояние между окнами измеряется по кратчайшему расстоянию по горизонтали между ближайшими гранями оконных проемов.

Система вытяжной противодымной вентиляции в коридоре №2 по п.5.1в) СН 2.02.07 не требуется.

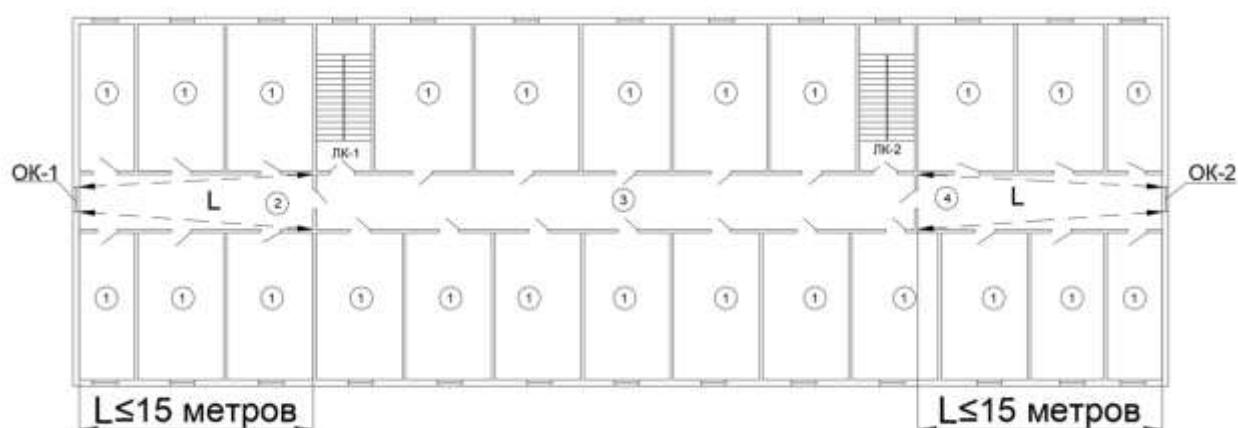


Рисунок 4.9 Схема этажа с двумя лестничными клетками и тремя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2, 3, 4 – коридоры, предназначенные для эвакуации более 50 человек;

ОК-1, ОК-2 – в наружных ограждающих конструкциях здания открываемые оконные проемы, предназначенные для естественного проветривания, соответствующие требованиям изложенным в п.5.12 СН 2.02.07.

Расстояние от окна до торца коридора измеряется по кратчайшему расстоянию по горизонтали от края грани окна до наиболее удаленной точки коридора.

Системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №2, 4 по п.5.1в) СН 2.02.07 не требуется, в коридоре №3 - требуется.

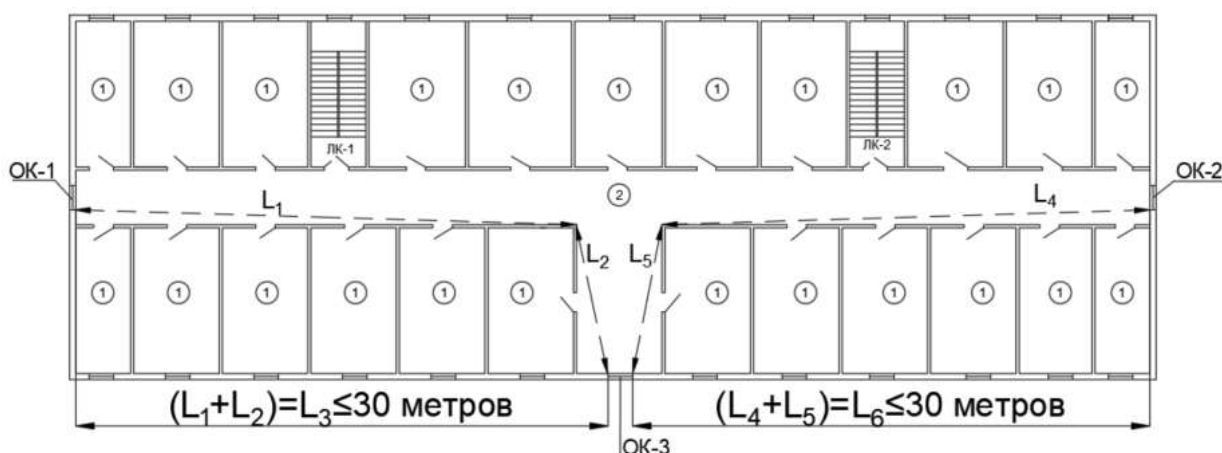


Рисунок 4.10 Схема этажа с двумя лестничными клетками, окнами по торцам и световым карманом.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор, предназначенный для эвакуации более 50 человек;

ОК-1, ОК-2, ОК-3 – в наружных ограждающих конструкциях здания открываемые оконные проемы, предназначенные для естественного проветривания, соответствующие требованиям изложенным в п.5.12 СН 2.02.07.

СП(ОР) -20

Расстояние между окнами измеряется по кратчайшему расстоянию по горизонтали между ближайшими гранями оконных проемов.

Система вытяжной противодымной вентиляции в коридоре №2 по п.5.1в) СН 2.02.07 не требуется.

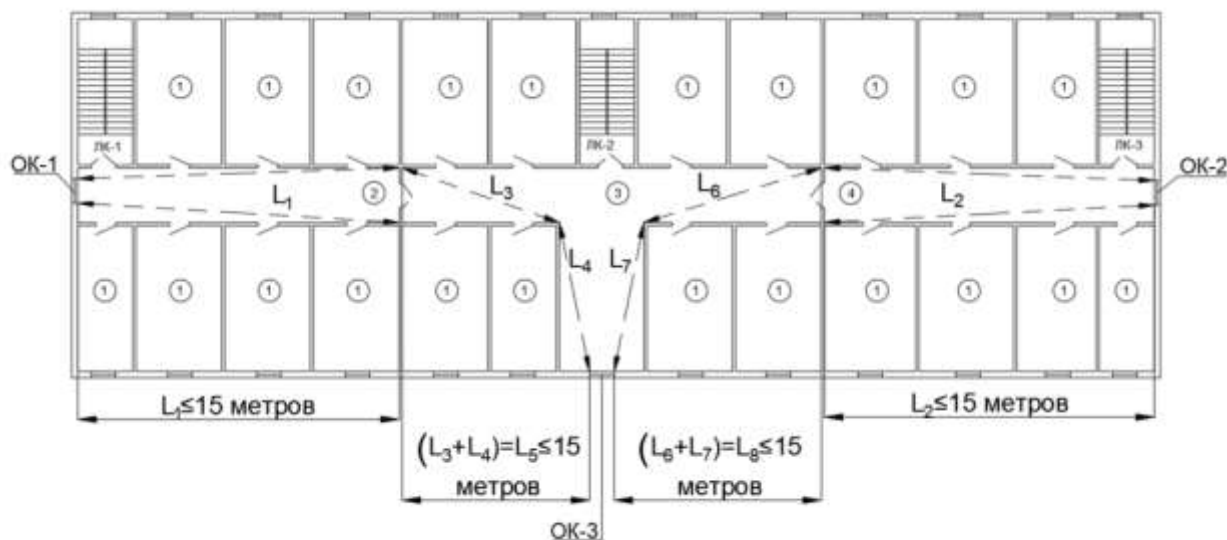


Рисунок 4.11 Схема этажа с тремя лестничными клетками и тремя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2, 3, 4 – коридоры, предназначенные для эвакуации более 50 человек;

ОК-1, ОК-2, ОК-3 – в наружных ограждающих конструкциях здания открываемые оконные проемы, предназначенные для естественного проветривания, соответствующие требованиям изложенным в п.5.12 СН 2.02.07.

Расстояние от окна до торца коридора измеряется по кратчайшему расстоянию по горизонтали от края грани окна до наиболее удаленной точки коридора.

Системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №2, 3, 4 по п.5.1в) СН 2.02.07 не требуются.

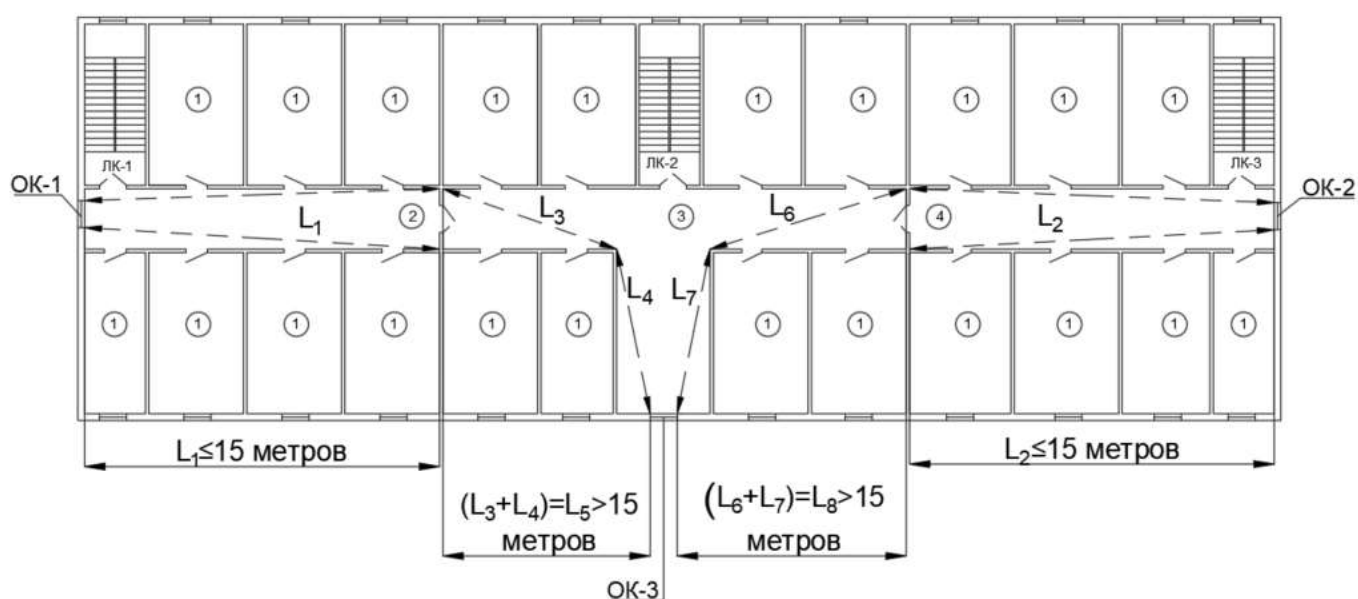


Рисунок 4.12 Схема этажа с тремя лестничными клетками и тремя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2, 3, 4 – коридоры, предназначенные для эвакуации более 50 человек.

ОК-1, ОК-2, ОК-3 – в наружных ограждающих конструкциях здания открываемые оконные проемы, предназначенные для естественного проветривания, соответствующие требованиям изложенным в п.5.12 СН 2.02.07.

Расстояние от окна до торца коридора измеряется по кратчайшему расстоянию по горизонтали от края грани окна до наиболее удаленной точки коридора.

Системы вытяжной противодымной вентиляции в коридорах №2, 4 по п.5.1в) СН 2.02.07 не требуются. В коридоре №3 (коридор без естественного проветривания согласно п.3.8 СН 2.02.07, так как расстояние от окна до торца коридора превышает 15 метров) по п.5.1в) СН 2.02.07 требуется устройство вытяжной системы противодымной вентиляции.

СП(ОР) -20

Схемы конфигураций коридоров, оборудованных системами вытяжной противодымной вентиляции.

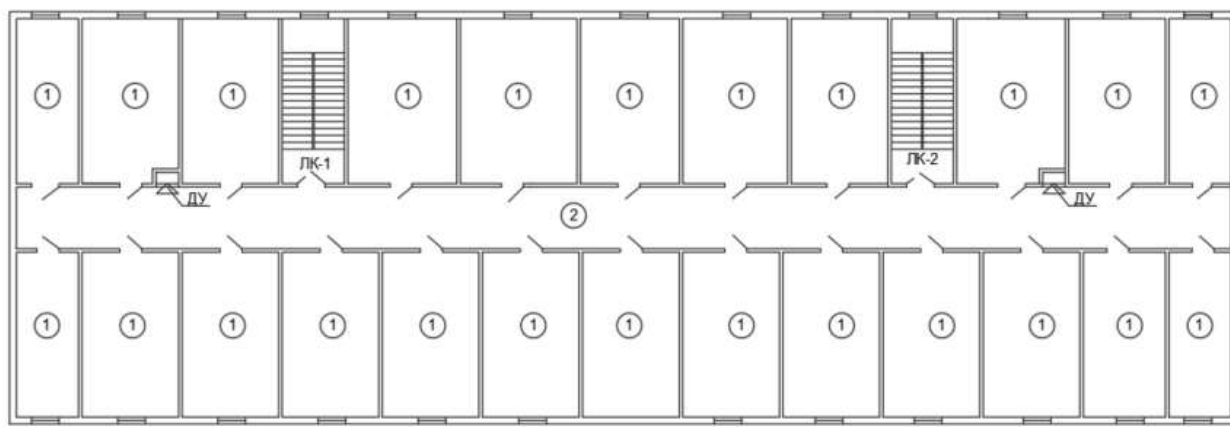


Рисунок 4.13 Коридор прямолинейной конфигурации.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор;

ДУ – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

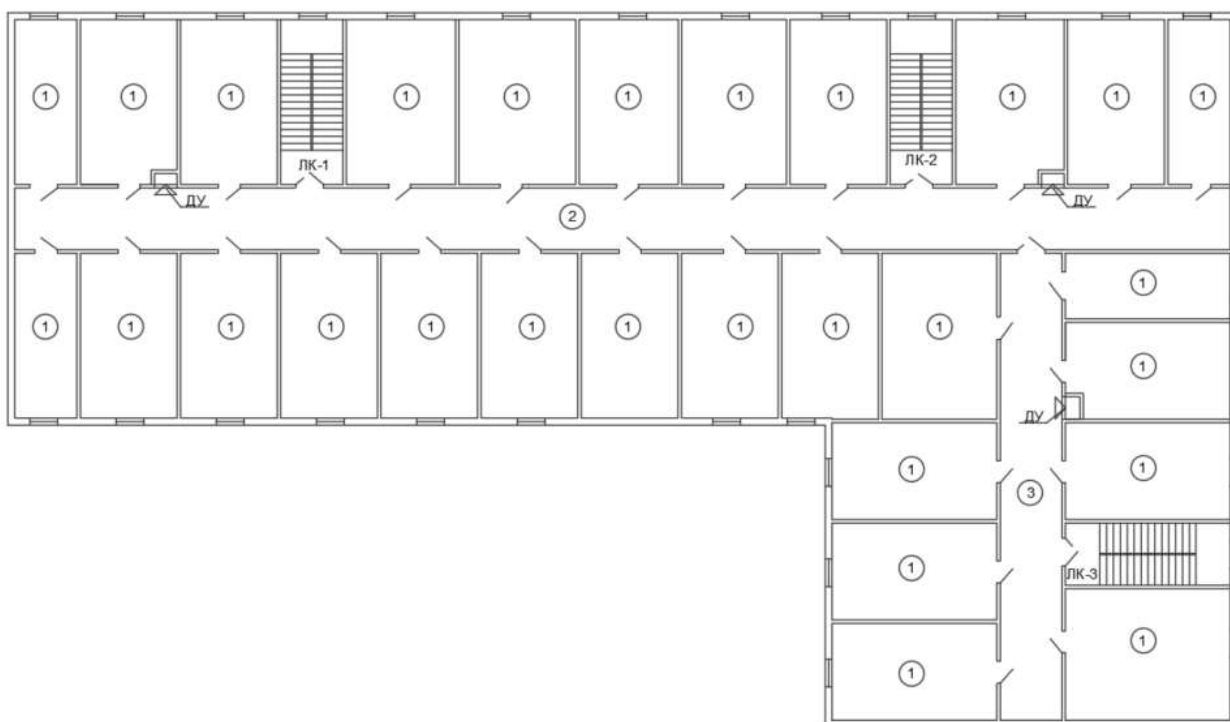


Рисунок 4.14 Коридор угловой конфигурации с двумя коридорами.

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2, 3 – коридоры;

ДУ – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

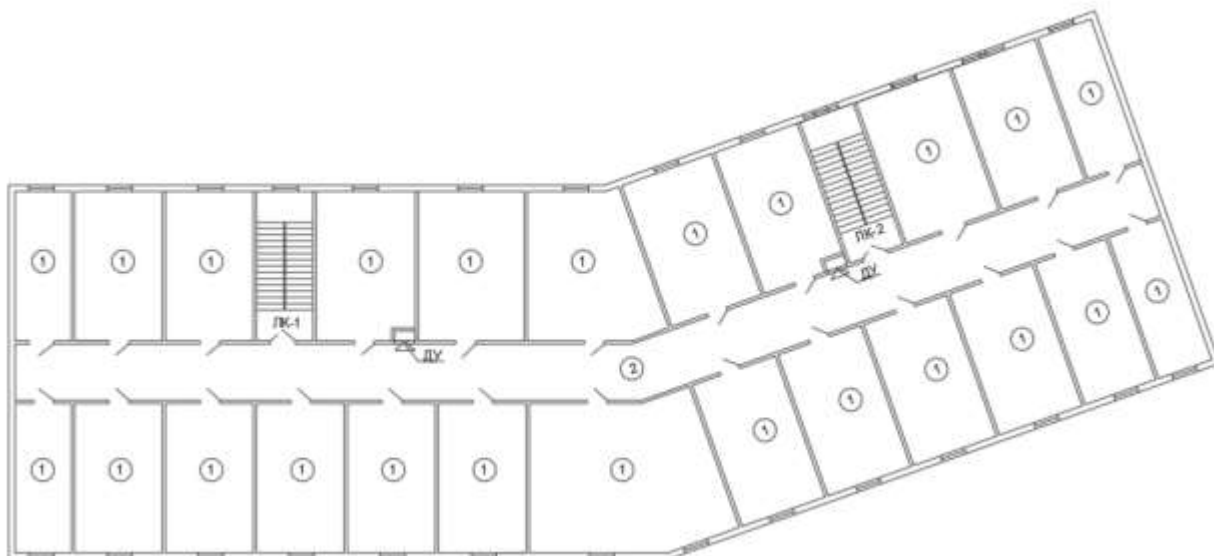


Рисунок 4.15 Коридор угловой конфигурации.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор.

ДУ – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

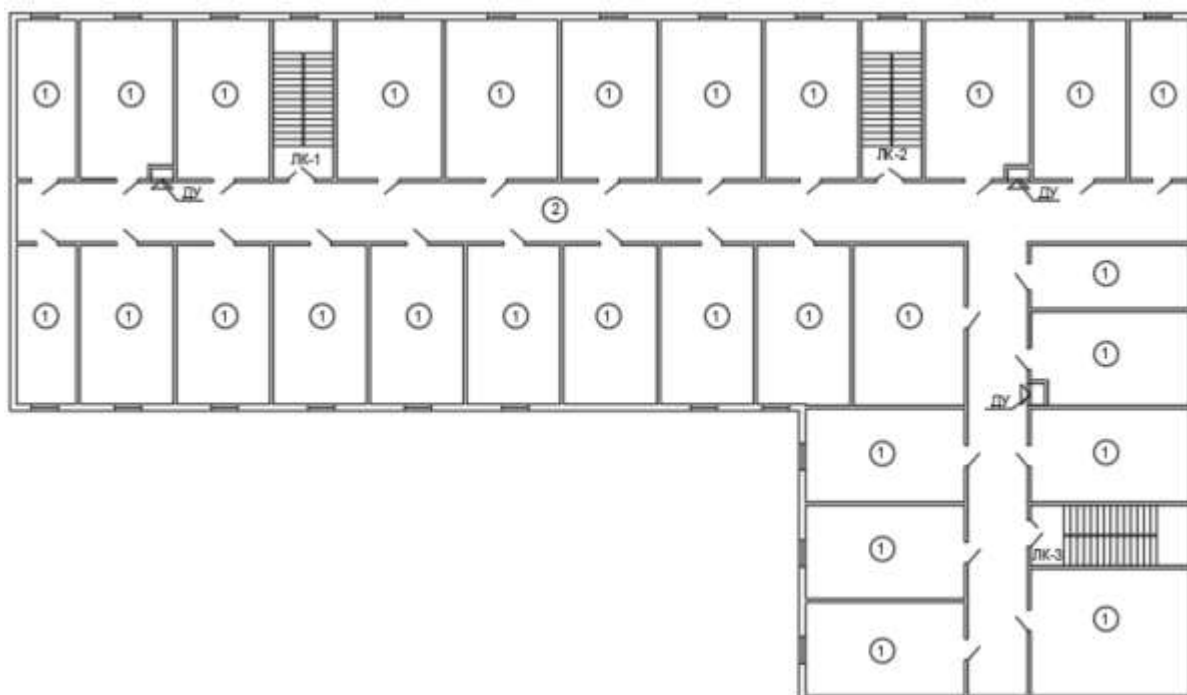


Рисунок 4.16 Коридор угловой конфигурации.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор.

ДУ – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

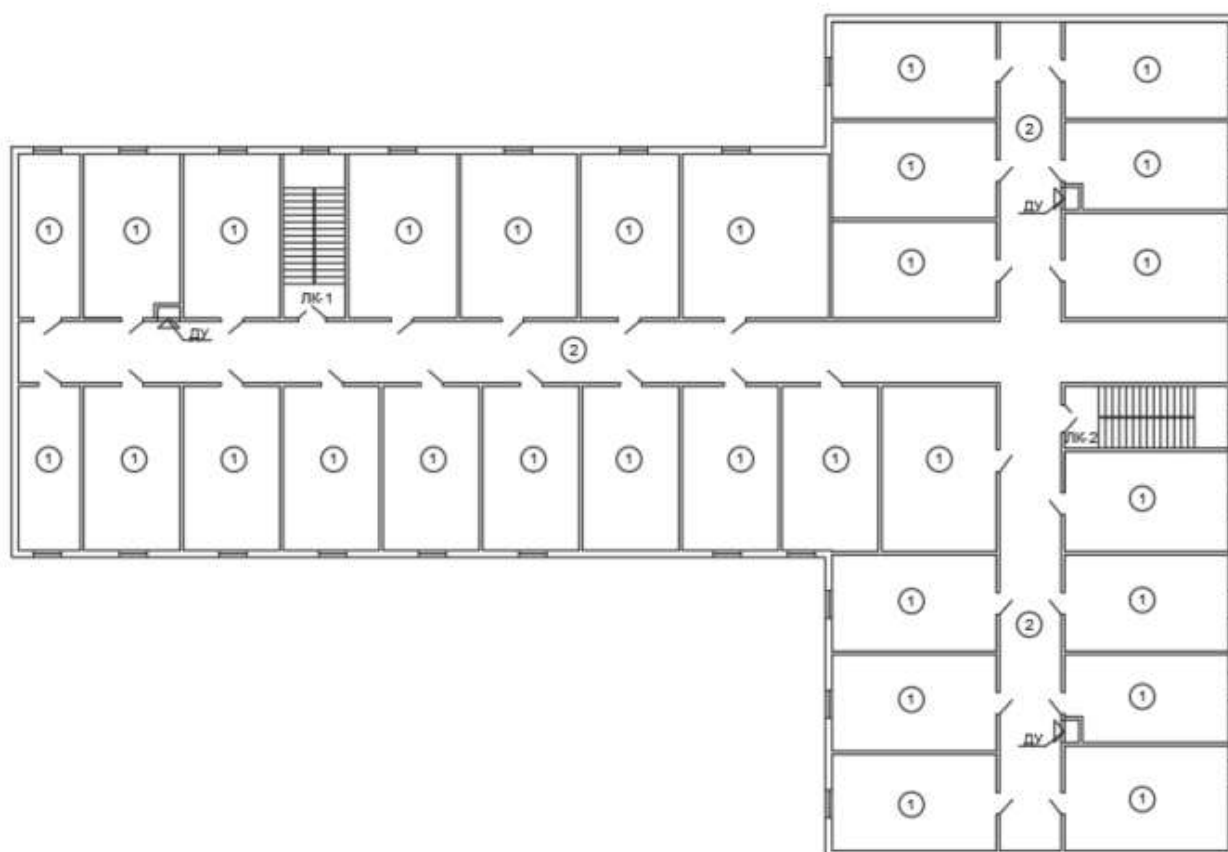


Рисунок 4.17 Коридор Т-образной конфигурации

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор.

ДУ – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

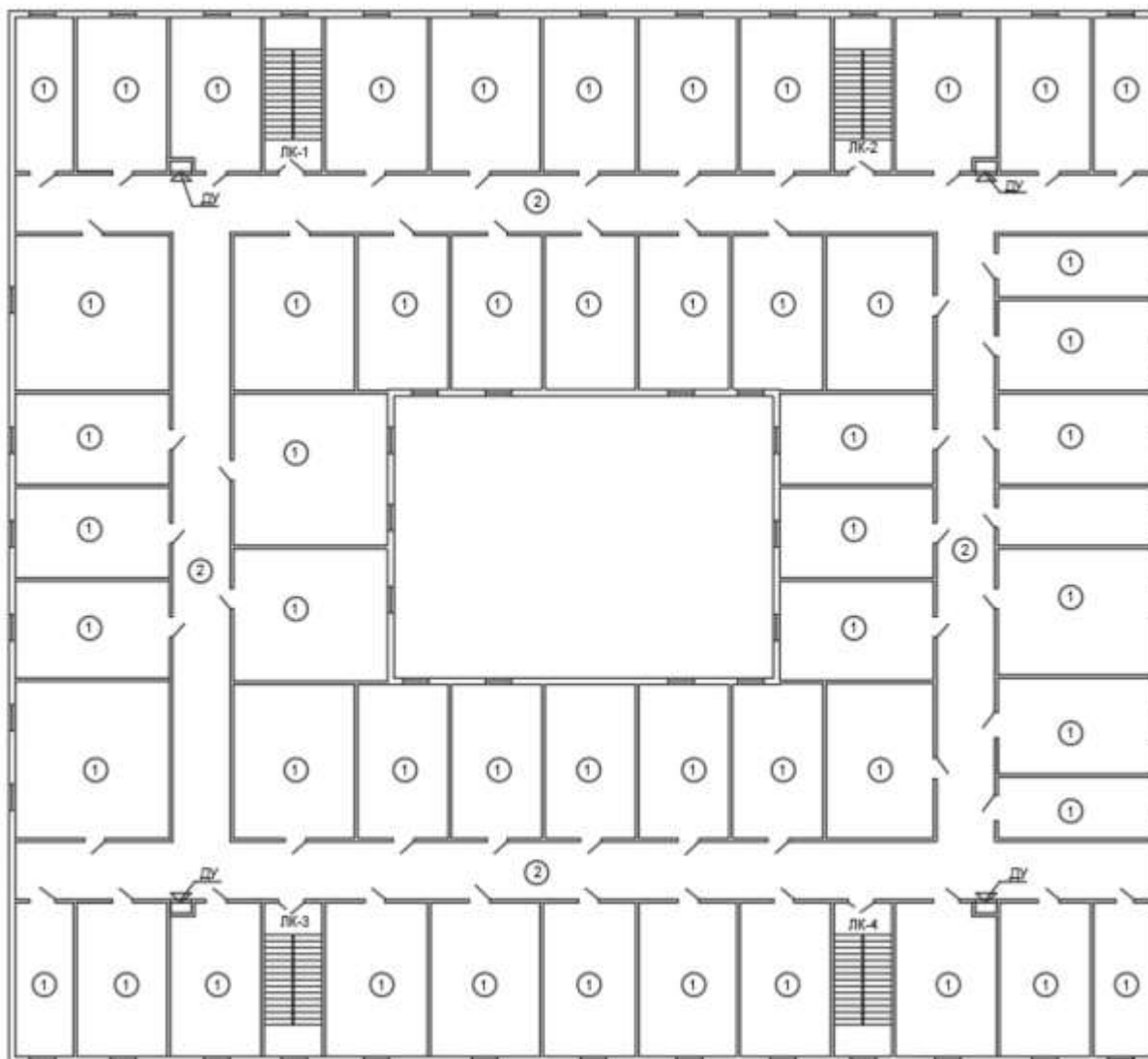


Рисунок 4.18 Коридор кольцевой (замкнутой) конфигурации

ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3, ЛК-4 – лестничные клетки;

1 – помещение;

2 – коридор.

ДУ – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

СП(ОР) -20

Схемы размещения дымоприемных устройств с границами обслуживания в коридорах (длиной до 60 м), оборудованных системами вытяжной противодымной вентиляции.

Дымоприемные устройства необходимо размещать в коридорах в соответствии с п.5.7 СН 2.02.07-2020. При удалении продуктов горения при пожаре из коридора несколькими дымоприемными устройствами рекомендуется размещать их по возможности более равномерно с учетом зон (расстояний) обслуживания, обеспечивая невязку расходов удаления продуктов горения на дымоприемных устройствах не более 15%.

Не допускается устройство в перегородках, разделяющих коридоры, отверстий для перетекания продуктов горения при пожаре.

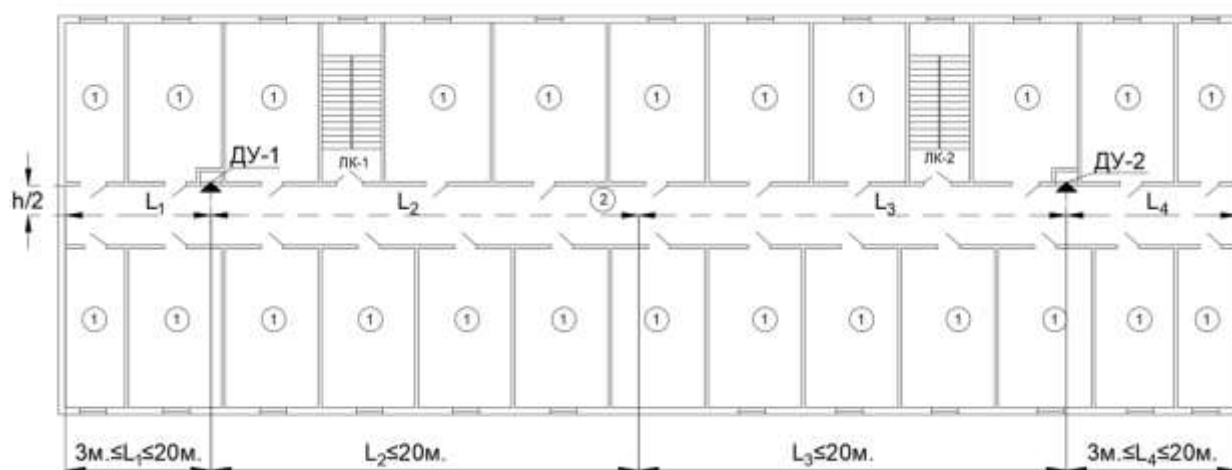


Рисунок 4.19 Коридор прямолинейной конфигурации

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;
1 – помещение; 2 – коридор; h – ширина коридора;

L1, L2, L3, L4 - границы (расстояния) обслуживания дымоприемными устройствами систем вытяжной противодымной вентиляции;

ДУ-1, ДУ-2 – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

Места размещения дымоприемных устройств определяют по центральной оси коридора с учетом следующих параметров:

- от торца коридора до центра дымоприемного устройства (3 м – рекомендуемое расстояние при данной схеме расстановки дымоприемных устройств);
- от центра дымоприемного устройства до края границы зоны его обслуживания (20 м).

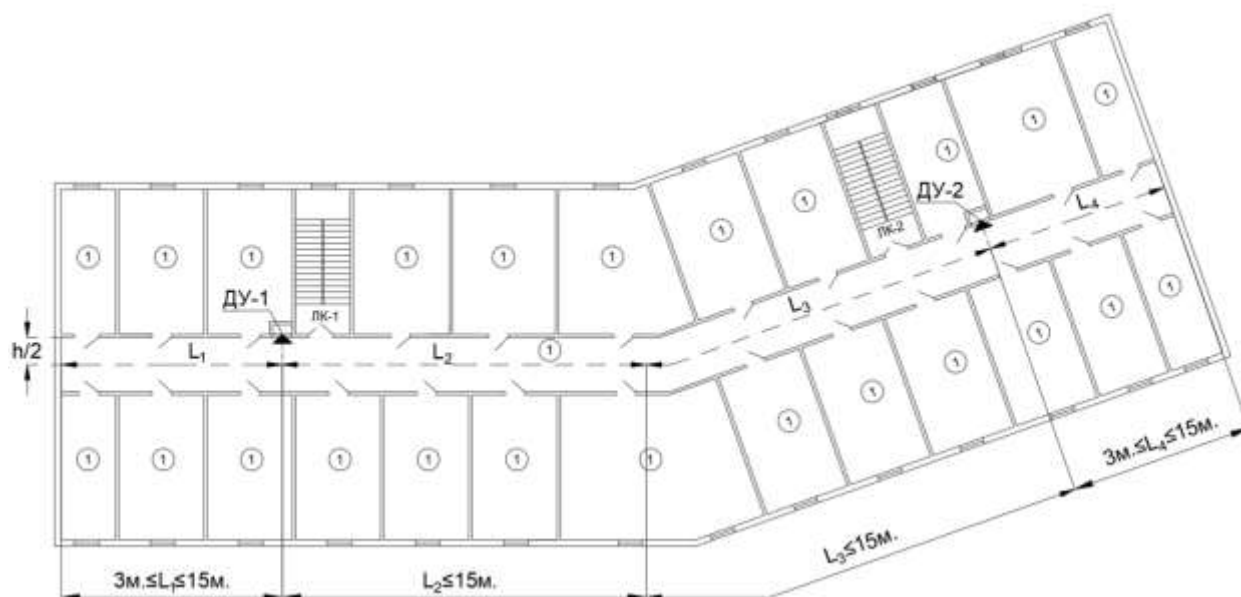


Рисунок 4.20 Коридор криволинейной конфигурации

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение; 2 – коридор; h – ширина коридора;

L1, L2, L3, L4 – расстояния (границы) обслуживания дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции;

ДУ-1, ДУ-2 – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

Места размещения дымоприемных устройств определяют по центральной оси коридора по следующим параметрам:

- от торца коридора до центра дымоприемного устройства (3 м – рекомендуемое расстояние при данной схеме расстановки дымоприемных устройств);
- от центра дымоприемного устройства до края границы зоны его обслуживания (15 м).

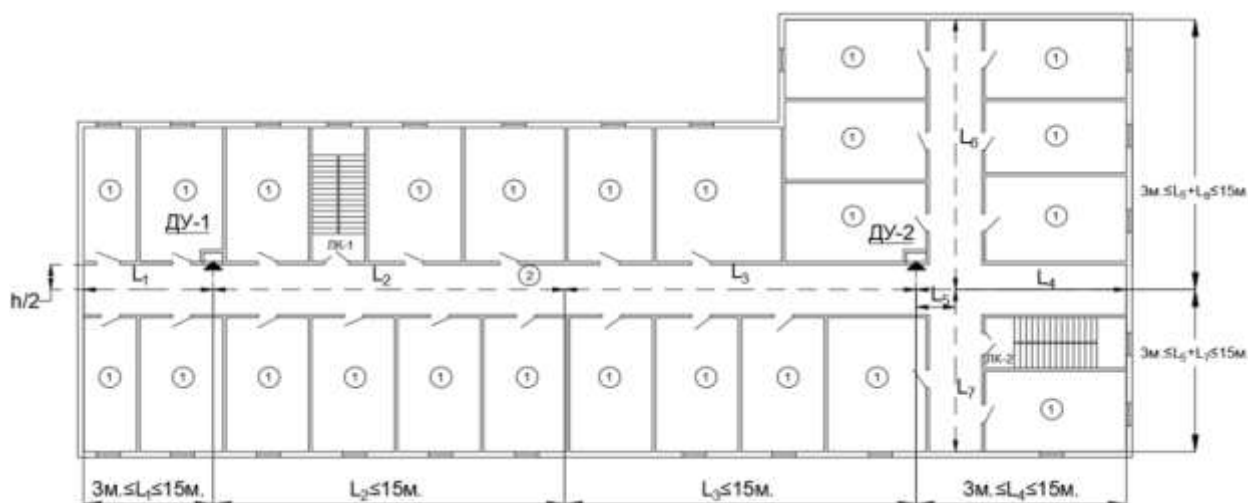


Рисунок 4.21 Коридор Т-образной конфигурации

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение; 2 – коридор; h – ширина коридора;

СП(ОР) -20

L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 – расстояния (границы) обслуживания дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции;

ДУ-1, ДУ-2 – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

Места размещения дымоприемных устройств определяются по центральной оси коридора:

- от торца коридора до центра дымоприемного устройства;
- от центра дымоприемного устройства до края границы зоны его обслуживания (15 м).

Схема деления коридоров, оборудованных системой вытяжной противодымной вентиляции, на участки длиной не более 60 м.

Согласно п.5.3 СН 2.02.07, оборудованные системой вытяжной противодымной вентиляции коридоры длиной более 60 м, следует делить на участки перегородками с ненормируемыми пределом огнестойкости и классом пожарной опасности. При этом строительные материалы, из которых выполняются конструкции перегородок, должны иметь пожарно-технические характеристики не ниже Г1, В1, Д2, Т2 (кроме армирующей сетки, конструктивных элементов крепления и уплотнений). Заполнения проемов в перегородках следует выполнять дверями, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах. В коридорах с подвесными потолками (фальшполами) указанные перегородки должны разделять пространство над (под) ними.

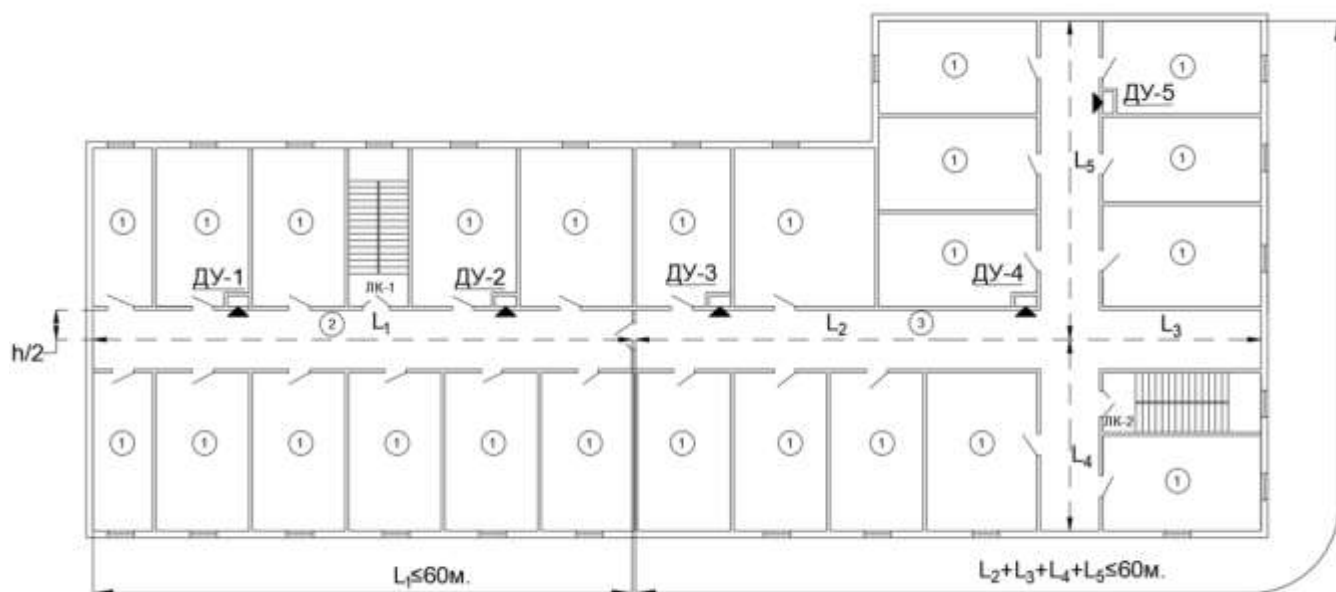


Рисунок 4.22 Деление коридора на участки длиной не более 60м.

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение;

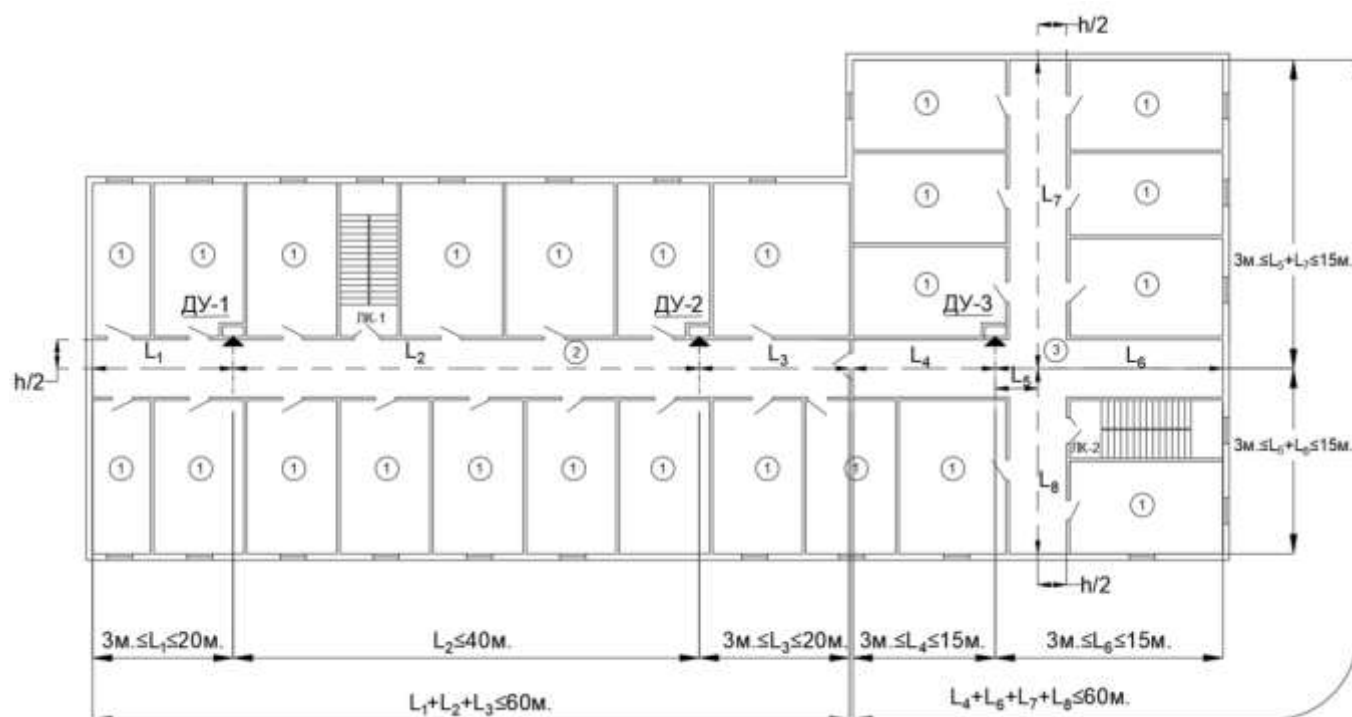
2, 3 – коридор;

h – ширина коридора;

ДУ-1, ДУ-2, ДУ-3, ДУ-4, ДУ-5 – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

Длину коридора определяют по его центральной оси.

Схема деления коридоров, оборудованных системой вытяжной противодымной вентиляции, на участки длиной не более 60м с границами обслуживания дымоприемных устройств.



СП(ОР) -20

Рисунок 4.23 Коридор Т-образной конфигурации

ЛК-1, ЛК-2 – лестничные клетки;

1 – помещение; 2, 3 – коридор; h – ширина коридора;

$L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7, L_8$ – расстояния (границы) обслуживания дымоприемных

устройств систем вытяжной противодымной вентиляции;

ДУ-1, ДУ-2, ДУ-3 – дымоприемное устройство системы вытяжной противодымной вентиляции.

Места размещения дымоприемных устройств определяются по центральной оси коридора:

- от торца коридора до центра дымоприемного устройства;
- от центра дымоприемного устройства до края границы зоны его обслуживания (20 м на прямом участке коридора, 15 м – в коридоре Т-образной конфигурации)

Схемы вестибюлей, холлов, фойе и других помещений, обеспеченных естественным проветриванием по п.5.12 СН 2.02.07.

При устройстве естественного проветривания помещений в соответствии с п.5.12 СН 2.02.07 с помощью открываемых окон, и (или) дверей, и (или) ворот (далее – устройств) в наружных ограждающих конструкциях необходимо учитывать:

- при устройстве двух и более устройств в помещении – размещение их (по возможности) более равномерно по длине (ширине) помещения;
- расстояние от устройств до наиболее удаленной точки пола помещения (по кратчайшему расстоянию от края грани устройства) не более 15 метров;
- наличие строительных конструкций (глухих перегородок (стен), перекрытий (этажей, антресолей), площадок и т.д., препятствующих обеспечению проветривания при пожаре имеющими устройствами (с учетом нормируемой длины обслуживания устройства не более 15 метров).

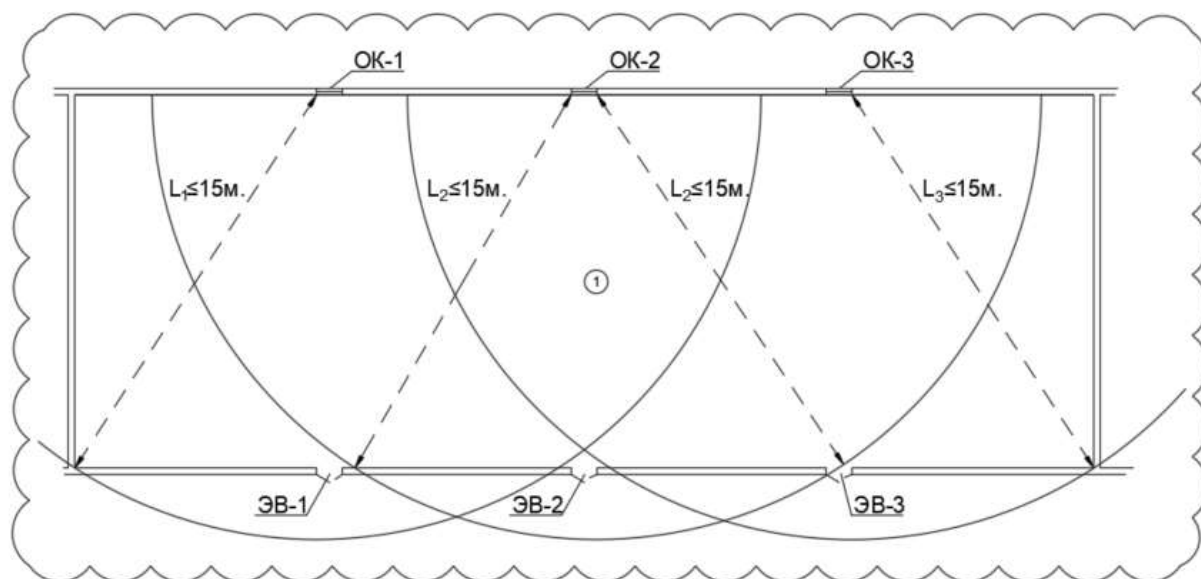


Рисунок 4.24 Размещение проемов для естественного проветривания в помещении.

ОК-1, ОК-2, ОК-3 – открываемые окна, используемые для естественного проветривания в помещении;
 L1, L2, L3 – зона обслуживания (расстояние) открываемых окон, используемых для естественного проветривания в помещении;
 ЭВ-1, ЭВ-2, ЭВ-3 – эвакуационные выходы;
 1 – помещение.

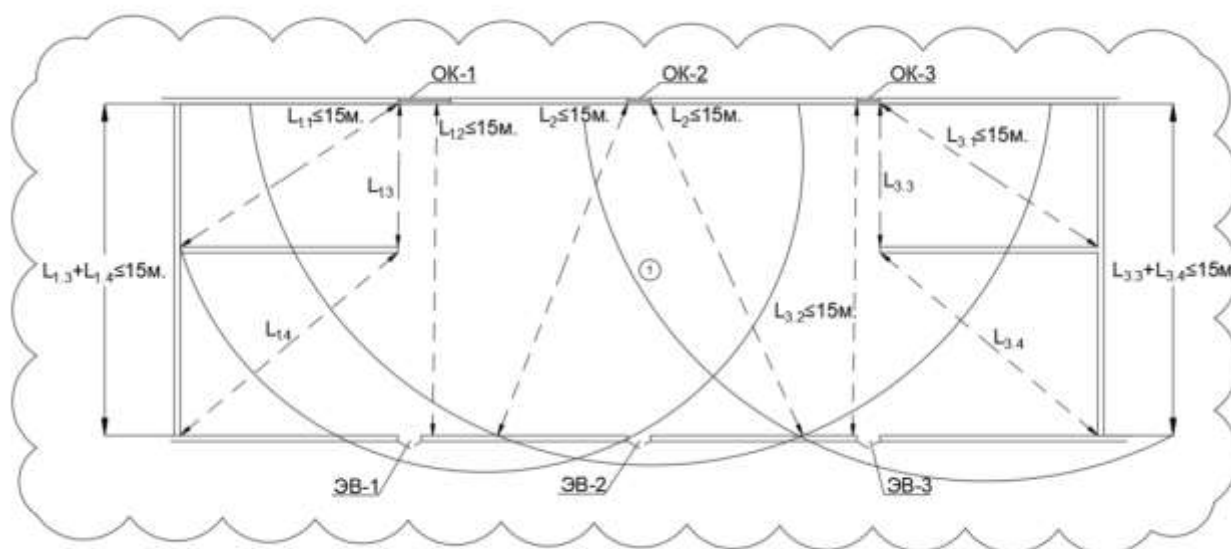


Рисунок 4.25 Размещение проемов для естественного проветривания в помещениях с наличием выступающих строительных конструкций.

ОК-1, ОК-2, ОК-3 – открываемые окна, используемые для естественного проветривания в помещении;
 L1.1, L1.2, (L1.3 + L1.4) – зона обслуживания (расстояние) открываемого окна ОК-1, используемого для естественного проветривания в помещении;
 L2 – зона обслуживания (расстояние) открываемого окна ОК-2, используемого для естественного проветривания в помещении;
 L3.1, L3.2, (L3.3 + L3.4) – зона обслуживания (расстояние) открываемого окна ОК-3, используемого для естественного проветривания в помещении;
 ЭВ-1, ЭВ-2, ЭВ-3 – эвакуационные выходы;
 1 – помещение.

Принципиальные схемы размещения дымоприемных устройств в помещениях, подлежащих оборудованию системами вытяжной противодымной вентиляции.

При размещении дымоприемных устройств (далее - устройство) в помещениях, оборудованных системами вытяжной противодымной вентиляции, необходимо учитывать:

- размещение устройств по возможности более равномерно по площади помещения, дымовой зоны (резервуара дыма) с учетом защищаемой устройством площади;
- радиус действия устройств до наиболее удаленной точки пола помещения или границы дымовой зоны (резервуара дыма) по кратчайшему расстоянию до центра устройства (по вертикали и горизонтали), но не более 18 метров;
- наличие строительных конструкций (глухих перегородок (стен), перекрытий (этажей, антресолей), площадок и т.д., препятствующих удалению продуктов горения при пожаре имеющими устройствами (с учетом нормируемого радиуса действия не более 18 метров);
- невязку расходов удаления продуктов горения при пожаре на устройствах не более 15% в пределах помещения или дымовой зоны (резервуара дыма).

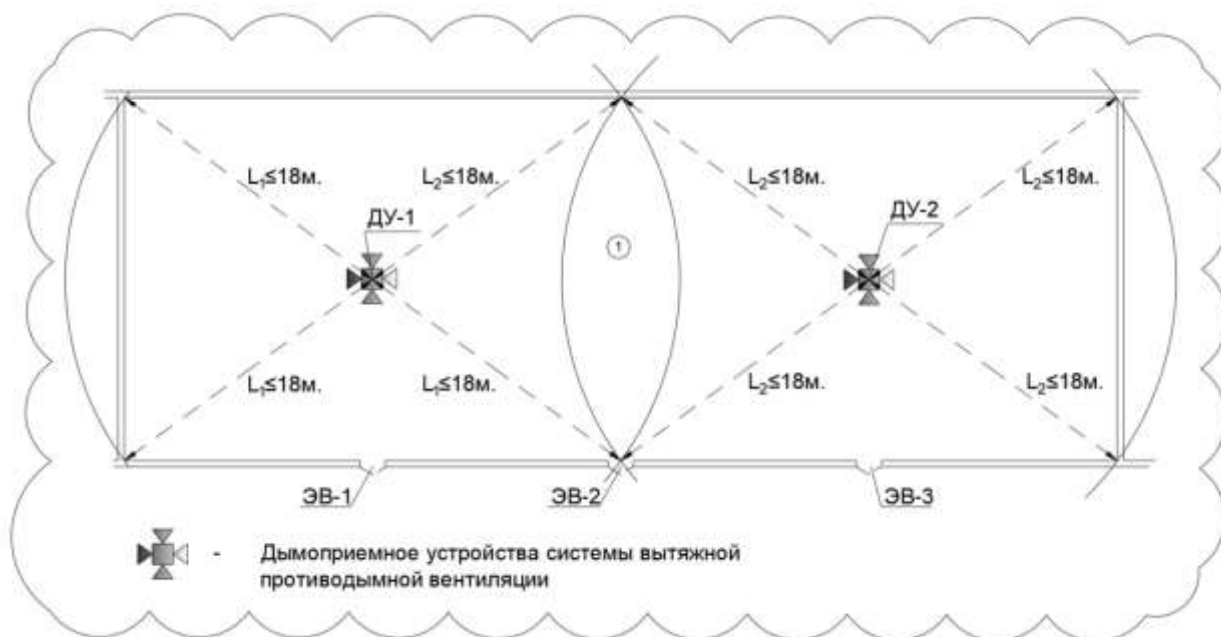


Рисунок 4.26 Размещение дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции в помещении.

ДУ-1, ДУ-2 – дымоприемное устройство;

L1, L2 – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства;

ЭВ-1, ЭВ-2, ЭВ-3 – эвакуационные выходы;

1 – помещение.

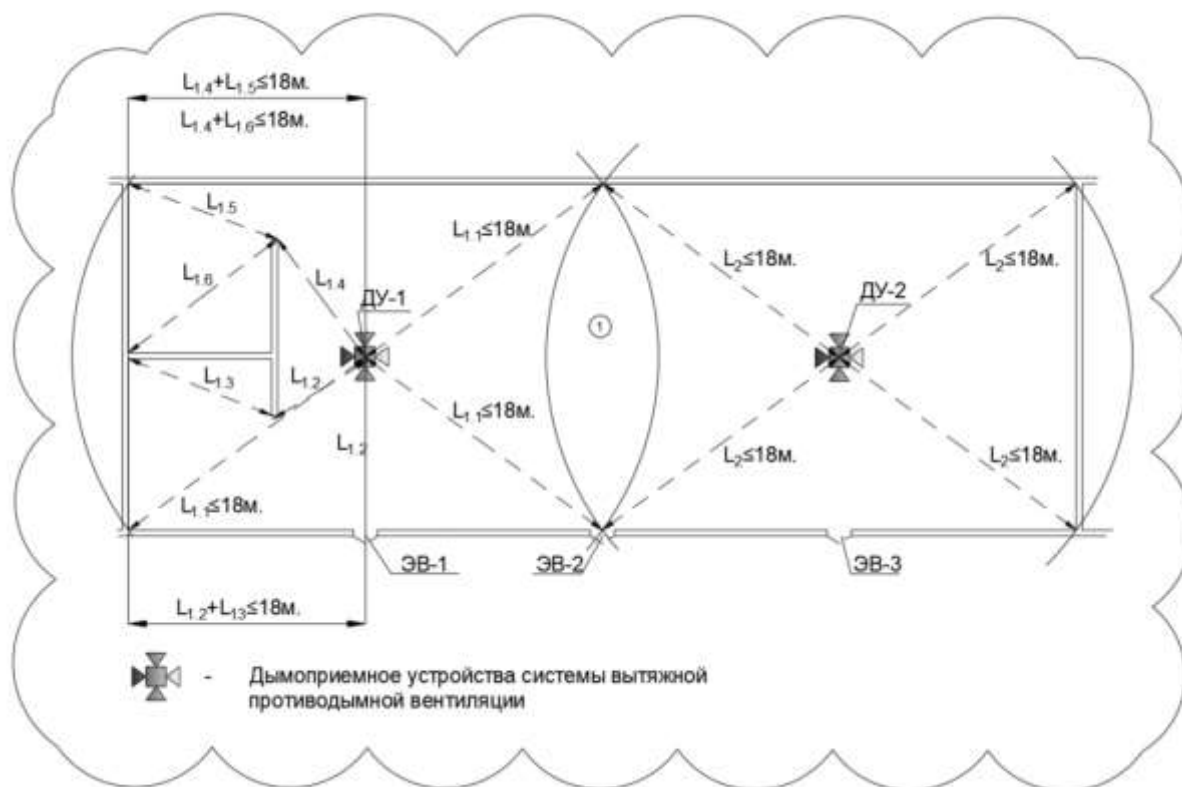


Рисунок 4.27 Размещение дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции в помещении с наличием выступающих строительных конструкций

ДУ-1, ДУ-2 – дымоприемные устройства;

L_{1.1}, (L_{1.2}+L_{1.3}), (L_{1.4}+L_{1.5}), (L_{1.4}+L_{1.6}) – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ДУ-1;

L₂ – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ДУ-2.

ЭВ-1, ЭВ-2, ЭВ-3 – эвакуационные выходы;

1 – помещение А.

Принципиальные схемы размещения дымоприемных устройств в атриуме, подлежащих оборудованию системами вытяжной противодымной вентиляции с искусственным побуждением.

В соответствии с требованием СН 2.02.07 в атриумах следует предусматривать удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции.

В пределах атриума на галереях предусматривается система вытяжной противодымной вентиляции одного из видов – с искусственным или естественным побуждением.

Система вытяжной противодымной вентиляцией с искусственным побуждением предусматривается в атриумах:

- высотой более 15 м (от отметки пола нижнего уровня до покрытия);
- в атриумах высотой 15 м и менее при невозможности устройства системы вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением, а именно:

СП(ОР) -20

- верхний этаж галереи атриума не является верхним этажом здания (над атриумом располагаются этажи здания);
- наиболее удаленная точка галереи атриума по горизонтали или вертикали располагается вне радиуса обслуживания (более 18 м) дымоприемного устройства (дымового люка, фонаря, фрамуги, дымового клапана).

Удаление продуктов горения осуществляется из поэтажных галерей атриума, при этом каждая поэтажная галерея рассматривается как самостоятельная дымовая зона (резервуар дыма). В указанных атриумах по всей длине галерей следует устраивать стационарные или опускаемые по наружному ее краю завесы в соответствии с разделом 6 СН 2.02.07.

Вытяжная противодымная вентиляция с естественным побуждением через дымовые люки (фонари, фрамуги, дымовые клапаны) с площадью открываемых проемов, определяемой расчетом (достаточной для удаления дыма при пожаре), предусматривается для атриумов высотой 15 м и менее (от отметки пола нижнего уровня до покрытия).

При проектировании систем вытяжной противодымной вентиляции из галерей атриума следует:

- для каждого этажа расход продуктов горения G_1 , кг/с, удаляемых из галереи атриума, определять в соответствии с п.5.19 настоящего СП по наибольшему периметру очага пожара в помещении, выходящего на галерею атриума, и принимать по наибольшему из полученных значений;

- по возможности равномерно размещать дымоприемные устройства на галереях атриума, дымовой зоны (резервуара дыма) с учетом защищаемой устройством площади;

- принимать радиус действия дымоприемных устройств по кратчайшему расстоянию от центра устройства до наиболее удаленной точки пола галереи атриума или границы дымовой зоны (резервуара дыма) не более 18 метров;

- учитывать наличие строительных конструкций (глухих перегородок (стен), перекрытий (этажей, антресолей), площадок и т.д., препятствующих удалению продуктов горения при пожаре имеющими дымоприемными устройствами (с учетом нормируемого радиуса их действия);

- принимать высоту размещения дымоприемных устройств на шахтах (воздуховодах) с учетом глубины дымовой зоны (резервуара дыма) (нижняя кромка отверстия дымоприемного устройства должна быть не ниже нижней границы дымовой зоны (резервуара дыма);

СП(ОР) -20

- принимать невязку расходов удаления продуктов горения при пожаре на дымоприемных устройствах не более 15% в пределах помещения или дымовой зоны (резервуара дыма).

Примечание — Нижняя граница дымовой зоны — это расстояние от нижней границы задымленной зоны до пола.

Принципиальные схемы размещения дымоприемных устройств в атриуме, подлежащих оборудованию системами вытяжной противодымной вентиляции с искусственным побуждением.

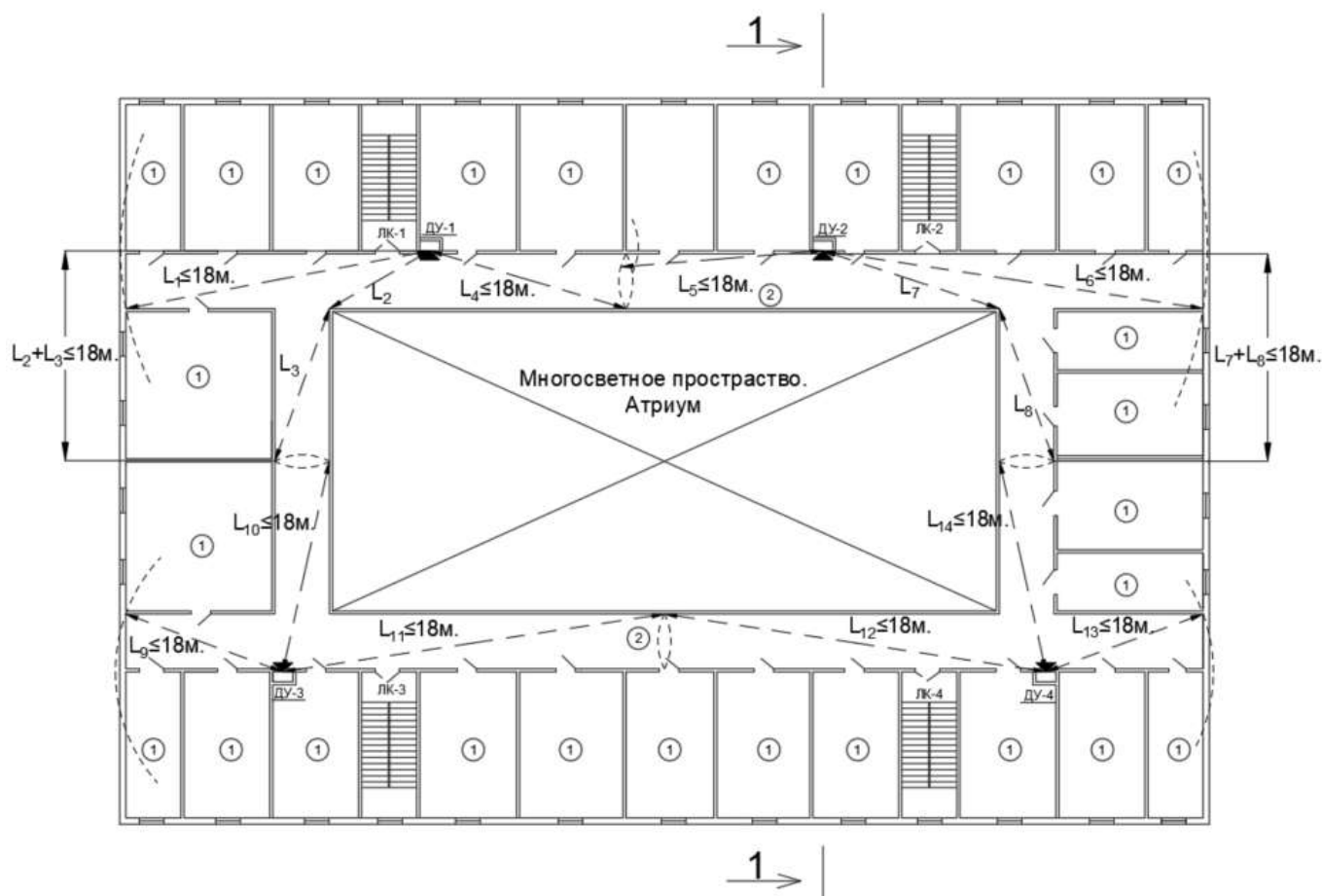


Рисунок 4.28 Размещение дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции в галерее атриума с искусственным побуждением.

ДУ-1, ДУ-2, ДУ-3, ДУ-4 – дымоприемное устройство;

L_1, L_2+L_3, L_4 – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ДУ-1;

L_5, L_6, L_7+L_8 – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ДУ-2;

L_9, L_{10}, L_{11} – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ДУ-3;

L_{12}, L_{13}, L_{14} – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ДУ-4.

1 – помещение;

2- галерея атриума.

Разрез 1-1. Атриум

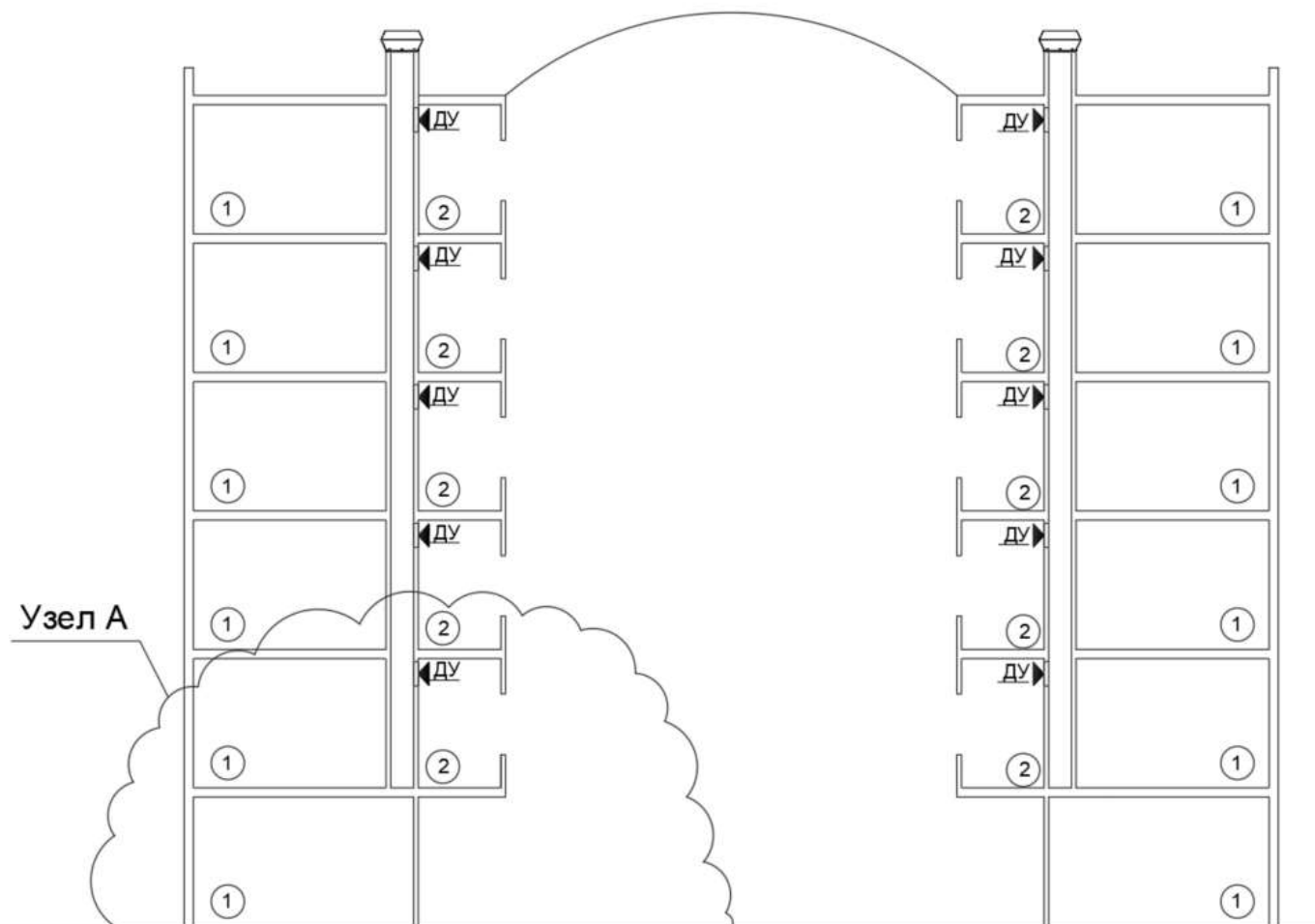


Рисунок 4.29 Размещение дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции в галерее атриума

ДУ – дымоприемное устройство;
 1 – помещение;
 2- галерея атриума.

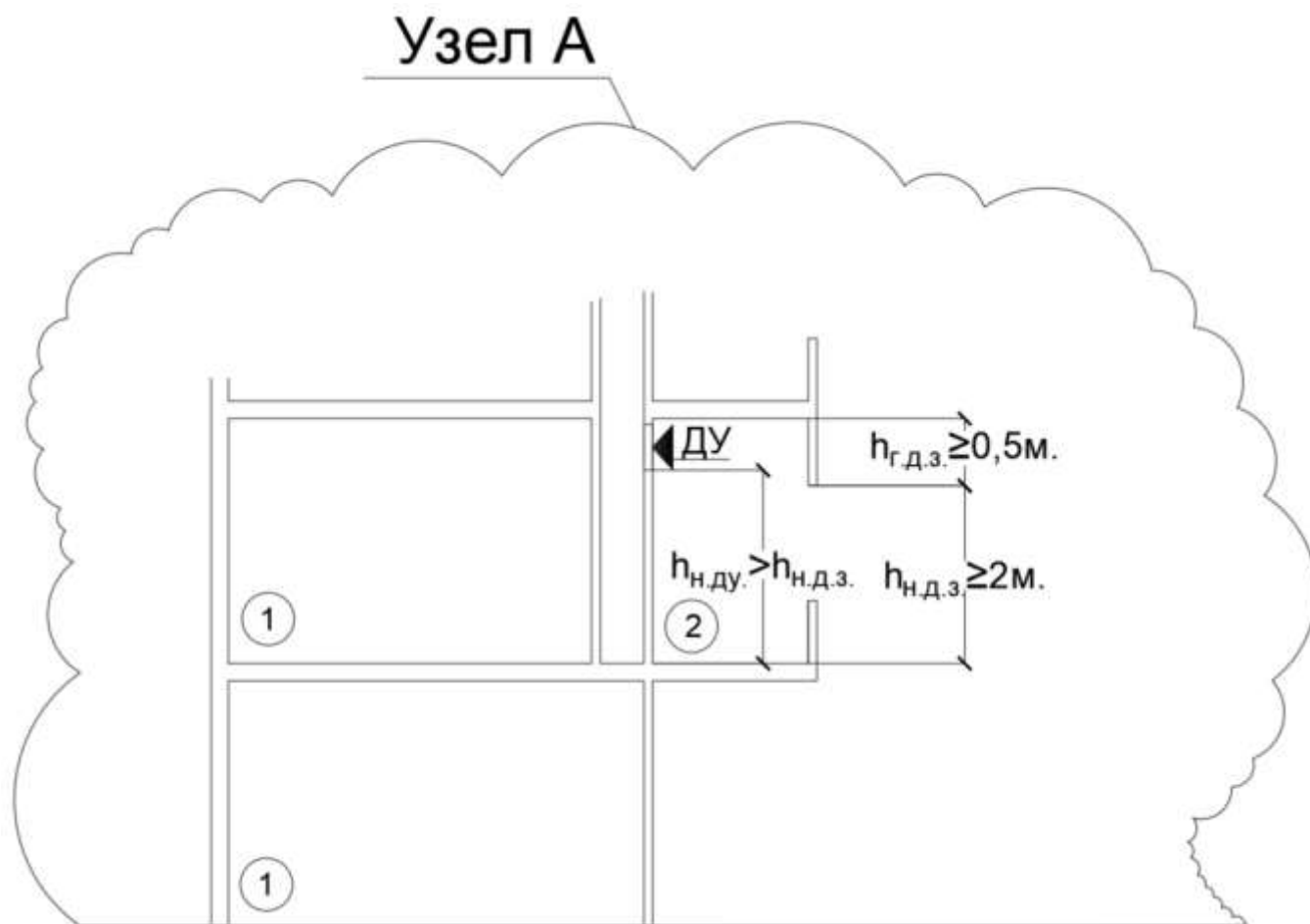


Рисунок 4.30 Размещение дымоприемного устройства системы вытяжной противодымной вентиляции в галерее атриума, глубина дымовой зоны и высота ее размещения

ДУ – дымоприемное устройство;

1 – помещение;

2- галерея атриума;

h_{н.ду.} - высота нижней кромки отверстия дымоприемного устройства;

h_{н.д.з.} - высота низа ограждающих конструкций дымовой зоны;

h_{г.д.з.} - высота (глубина) дымовой зоны (резервуара дыма).

Принципиальные схемы размещения дымоприемных устройств в атриуме высотой не более 15 м, подлежащих оборудованию системами вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением.

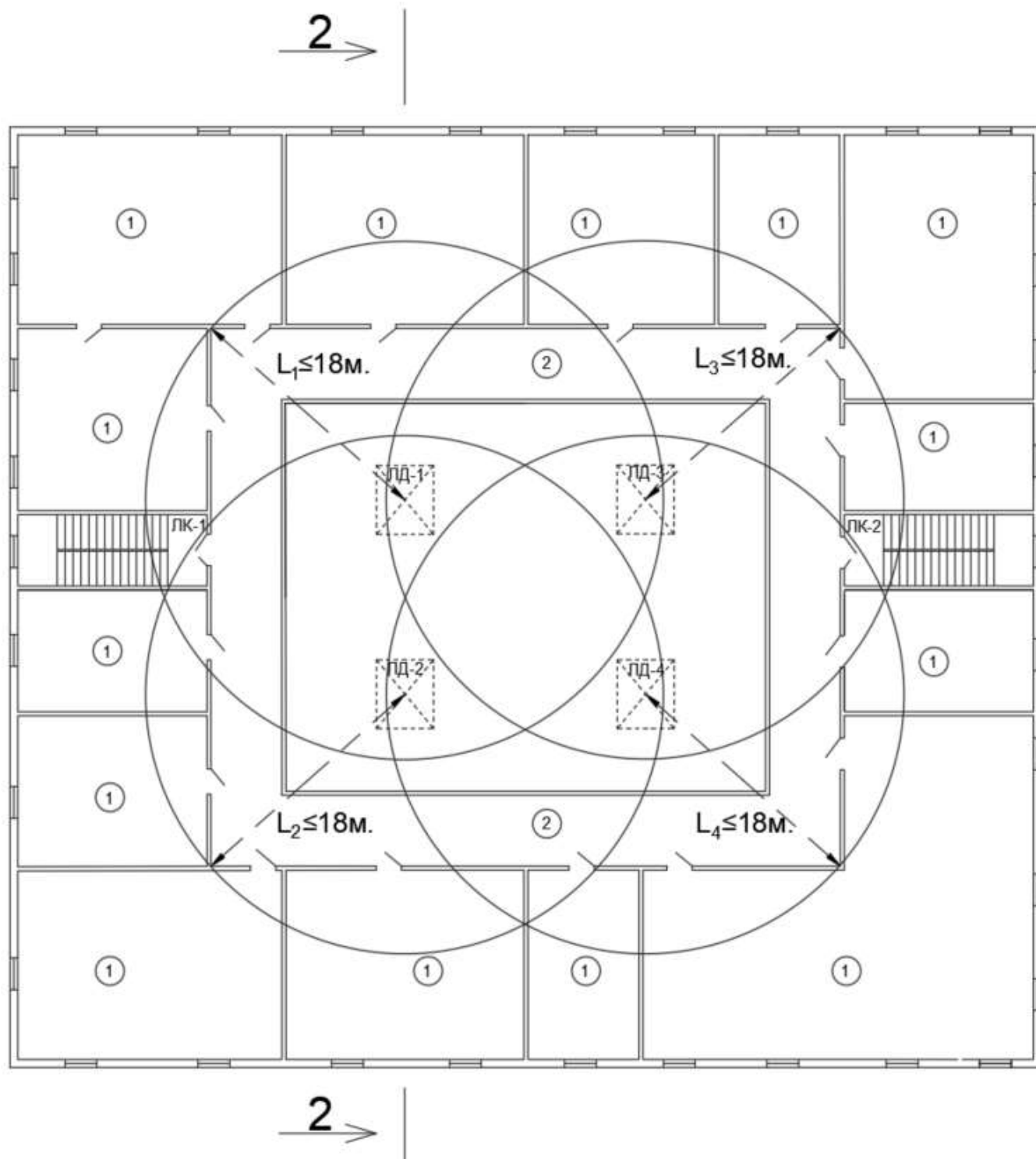


Рисунок 4.31 Размещение дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции в атриуме с естественным побуждением.

ЛД-1, ЛД-2, ЛД-3, ЛД-4 – люк дымовой;

1 – помещение;

2- галерея атриума;

L₁ – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ЛД-1;

СП(ОР) -20

L_2 – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ЛД-1;

L_3 – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ЛД-1;

L_4 – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ЛД-1;

Разрез 2-2. Атриум

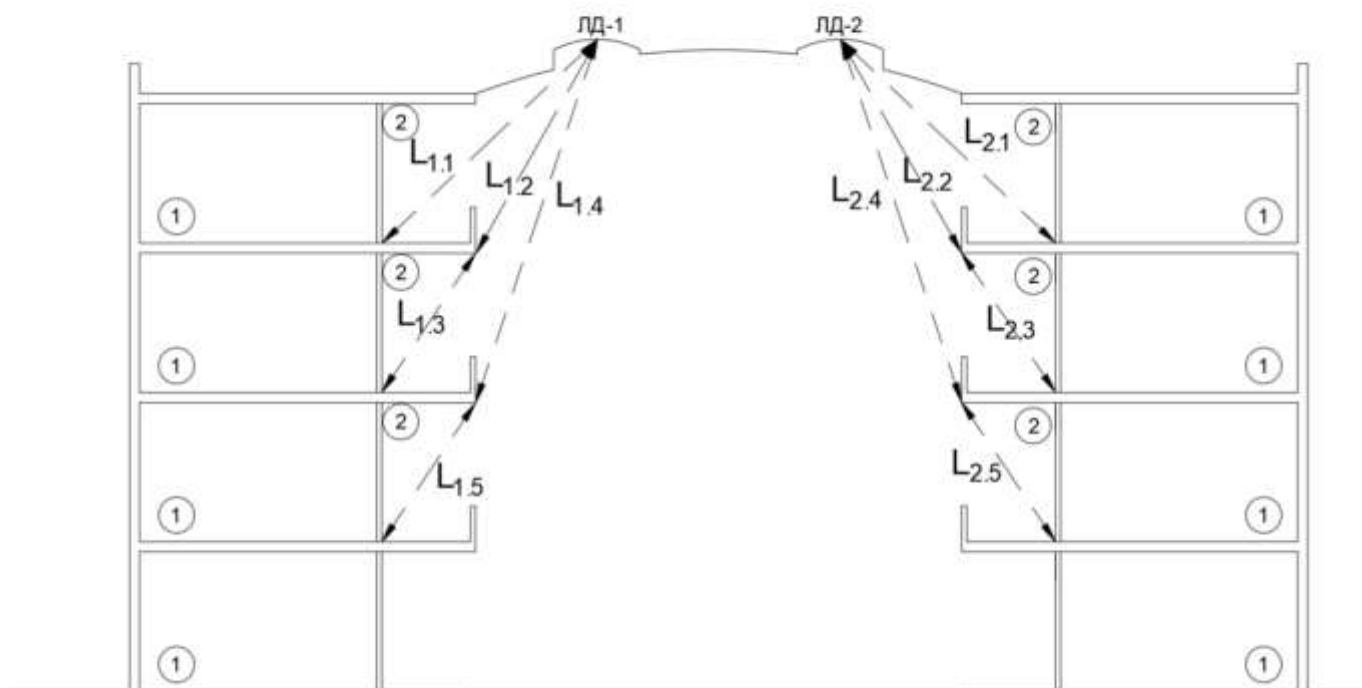


Рисунок 4.32 Размещение дымоприемных устройств систем вытяжной противодымной вентиляции в атриуме

ЛД-1, ЛД-2 – люк дымовой;

1 – помещение;

2- галерея атриума.

$L_{1.1} \leq 18\text{м.}$, $L_{1.2} + L_{1.3} \leq 18\text{м.}$, $L_{1.4} + L_{1.5} \leq 18\text{м.}$ – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ЛД-1;

$L_{2.1} \leq 18\text{м.}$, $L_{2.2} + L_{2.3} \leq 18\text{м.}$, $L_{2.4} + L_{2.5} \leq 18\text{м.}$ – радиус обслуживания (расстояние) дымоприемного устройства ЛД-2.

СП(ОР) -20

5 Противодымная защита коридоров, вестибюлей, холлов, фойе и помещений без естественного проветривания при пожаре

5.1 Расход продуктов горения G_1 , кг/с, подлежащих удалению из коридора (участка коридора) длиной не более 60 м, вестибюлей, холлов, фойе, следует определять по формулам:

а) для зданий класса Ф1.3 и общежитий

$$G_1 = 0,95BnH^{1,5}; \quad (1)$$

б) для зданий классов Ф1.1, Ф1.2, Ф2–Ф5

$$G_1 = 1,2BnH^{1,5}K_d; \quad (2)$$

В формулах (1), (2):

B – ширина большей из открываемых створок дверей при выходе из коридора или холла на лестничные клетки или наружу или в смежный коридор (участок коридора), м;

n – коэффициент, зависящий от общей ширины больших створок, открываемых при пожаре из коридора на лестничные клетки или наружу; принимают по таблице 1;

H – высота двери, м; при H более 2,5 м следует принимать H равной 2,5 м;

K_d – коэффициент относительной продолжительности открывания дверей во время эвакуации людей: из коридора, ведущего на лестничную клетку или наружу; из коридора в коридор, ведущего наружу, в лестничную клетку или вестибюль - следует принимать равным 1 при эвакуации 25 чел. и более через одну дверь и 0,8 – при эвакуации менее 25 чел. через одну дверь.

Таблица 1

Здания	Коэффициент n при значениях ширины B , м				
	0,6	0,9	1,2	1,3	2,4
Ф1.3, общежития	1,00	0,82	0,70	0,51	0,41
Ф1.1, Ф1.2, Ф2–Ф5	1,05	0,91	0,80	0,62	0,50

5.2 Потери давления в открытом дымоприемном устройстве (дымовом клапане) P_1 , Па, рассчитывают по формуле:

$$P_1 = (\xi_1 + \xi_2) \cdot V_p^2 / 2 \cdot \rho, \quad (3)$$

где ξ_1 — коэффициент местного сопротивления (далее - КМС) дымоприемного устройства (дымового клапана, декоративной решетки и т.д.); принимают по эксплуатационной технической документации;

ξ_2 — КМС в месте присоединения дымового клапана к шахте или ответвления от нее; принимают по эксплуатационной технической документации или по [2], [3];

V_p — массовая скорость дыма в проходном сечении дымового клапана, кг/(с·м²);

СП(ОР) -20

ρ — плотность дыма по п.5.21.

Массовую скорость дыма V_p , кг/(с·м²), в проходном сечении дымоприемного устройства (дымового клапана) определяют по формуле

$$V_p = G_1/F,$$

где F — проходное сечение дымового клапана, м²;

принимают по эксплуатационной технической документации.

5.3 Потери давления на трение и местные сопротивления, Па, определяются по формуле

$$P_2 = K_{mp} R_{mp} K_c l + \sum \xi (V_p)^2 / (2\rho), \quad (4)$$

где $K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий содержание в дыме твердых частиц, принимаемый 1,1. Если величина потерь давления на трение $R_{тр}$ дана в кгс/м², то при расчетах в Па принимается $K_{тр} = 1,1 \times 9,81 = 10,8$;

$R_{тр}$ - потери давления на трение, кг/м², по справочнику [2], [3] для эквивалентного диаметра участка воздуховода или шахты, соответствующие величине скоростного давления при массовой скорости дыма или газов на этом участке воздуховода или шахты;

K_c - коэффициент для шахт и воздуховодов; из бетона - 1,7, из кирпича - 2,1, для шахт со стенками, оштукатуренными по стальной сетке, - 2,7, для стальных воздуховодов - 1,0. Для других материалов коэффициент определяется по табл. 22.11, 22.12 справочника [2];

l - длина шахты или воздуховода, м, включая длину колен, отводов, тройников и др.;

ξ - КМС в месте присоединения дымового клапана к шахте или ответвления от нее; принимают по эксплуатационной технической документации или по [2];

V_r - массовая скорость дыма в воздуховодах и шахтах, кг/(с·м²);

ρ - плотность дыма, кг/м³ по п.5.21.

5.4 Расход воздуха, подсасываемого через неплотности закрытого дымового клапана, кг/с, на 2-м участке определяется по формуле

$$G_{к1} = 0,0112 (AP)^{0,5}, \quad (5)$$

где A - площадь проходного сечения клапана, м², принимается по эксплуатационно-технической документации;

P - потери давления при проходе воздуха через неплотности притворов закрытого клапана, Па, принимаются по расчету сопротивления первого участка системы,

$$P = P_1 + P_2.$$

5.5 Количество дыма в устье дымовой шахты с учетом подсоса воздуха через неплотности закрытых клапанов со 2-го по верхний этаж здания, кг/с, определяется в первом приближении по формуле

СП(ОР) -20

$$G_{y1} = G_d + G_{k1}(N - 1), \quad (6)$$

где G_d , G_{k1} - количество дыма по формуле (1) или (2) и расход воздуха через закрытый клапан по формуле (5);

N - число этажей в здании, в которых предусматривается удаление дыма.

5.6 Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты G_{y1} , кг/с, определяем при среднем скоростном давлении в шахте по формуле

$$P_{y1} = 10,8R_{тр}K_cH_э(N - 1) + 0,1(N - 1)h_{д.ср} + P_1 + P_2, \quad (7)$$

где $R_{тр}$ - потери давления на трение, кгс/м², при среднем скоростном давлении $h_{д.ср}$, Па;

K_c - коэффициент по п. 5.3;

$H_э$ - высота этажа здания, м;

N - число этажей в здании;

$h_{д.ср} = (h_{д1} + h_{д.у})0,5$ – среднее скоростное давление

$h_{д1} = (G_d/F_{ш})^2/(2 \times 0,61)$ - скоростное давление на 1-м участке;

$h_{д.у} = (G_{y1}/F_{ш})^2/(2\rho_y)$ – скоростное давление в устье шахты;

ρ_y - плотность смеси, кг/м³

$\rho_y = G_{y1} / [G_d/0,61 + (G_{y1} - G_d)/1,2]$;

P_1 - по формуле (3), Па;

P_2 - потери давления на 1-м участке, Па, по формуле (4)

5.7 Расход воздуха, кг/с, подсасываемого через закрытый дымовой клапан на верхнем этаже здания при давлении газов в устье шахты P_{y1} , Па, определяется по формуле

$$G_{k2} = 0,0112(A P_{y1})^{0,5}, \quad (8)$$

где A - по п. 5.4, P_{y1} - по п. 5.6.

5.8 Поступление воздуха в дымовую шахту через закрытые дымовые клапаны и дыма через открытый клапан на 1-м (нижнем) этаже, кг/с, определяется во втором приближении по формуле

$$G_{y2} = (G_{k1} + G_{k2})0,5(N - 1) + G_d, \quad (9)$$

где G_{k1} , G_{k2} - соответственно по п.5,4 и 5,7;

N - число этажей в здании;

G_d - количество дыма, кг/с, по п. 5.5.

5.9 Соппротивление участка воздуховода от дымовой шахты до вентилятора - $P_{вс}$, Па, рассчитывается по формуле (4) при расходе G_{y2} .

5.10 Потери давления системы на всасывании, Па, до вентилятора (отрицательное статическое давление) определяются по формуле

СП(ОР) -20

$$P_{y2} = P_{y1} + P_{вс}, \quad (10)$$

где P_{y1} - по формуле (7) и $P_{вс}$ - по п. 5.9.

5.11 Подсосы воздуха через неплотности воздухопроводов (шахт), кг/с, определяются при давлении P_{y2} , по формуле:

$$G_n = f_{\max} \cdot \sum A_j \rho_a, \quad (11)$$

где $f_{\max}$ – удельный подсос, м³/с;

A_j – общая развернутая площадь всех транзитных участков воздухопроводов одной системы (или расчетной части системы) вентиляции, м², как произведение периметра каждого участка системы на его длину;

ρ_a – плотность воздуха, при температуре воздуха в месте расположения вентиляционного канала (шахта), кг/м³.

Для воздухопроводов, удельный подсос $f_{\max}$, м³/с, на 1 м² развернутой площади воздухопроводов рассчитывают по формулам:

– для класса герметичности В

$$f_{\max} = 0,009p^{0,65} \cdot 10^{-3};$$

– для класса герметичности С

$$f_{\max} = 0,003p^{0,65} \cdot 10^{-3};$$

– для класса герметичности D

$$f_{\max} = 0,001p^{0,65} \cdot 10^{-3}.$$

Для вентиляционных шахт строительного исполнения удельный подсос $f_{\max}$, м³/с, на 1 м² развернутой площади каналов рассчитывают по формуле

$$f_{\max} = 0,03556p^{0,65} \cdot 10^{-3},$$

где p – среднее расчетное статическое давление системы или ее части, Па.

5.12 Общий расход газов до вентилятора, кг/с

$$G_{\text{сум}} = G_{y2} + G_{п}. \quad (12)$$

5.13 Потери давления в сети до вентилятора $P_{в}$, Па, с учетом подсасываемого воздуха через неплотности воздухопроводов определяются по формуле

$$P_{в} = P_{y2}[1 + (G_{\text{сум}}/G_{y1})^2]0,5 \quad (13)$$

5.14 Плотность смеси воздуха и газов перед вентилятором, кг/м³, рассчитывается по формуле

$$\rho_{\text{сум}} = G_{\text{сум}}/[G_{д}/0,61 + (G_{\text{сум}}-G_{д})/1,2], \quad (14)$$

а температура смеси газов $T = (353 - 273\rho_{\text{сум}})/\rho_{\text{сум}}$.

5.15 Потери давления в выхлопной трубе $P_{\text{вых}}$ рассчитываются по п. 5.3 и суммируются с потерями на всасывании, Па, для определения общих потерь давления в сети

СП(ОР) -20

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{в}} + P_{\text{вых.}} \quad (15)$$

5.16 Определяется естественное давление газов при общей высоте шахты $H_{\text{ш}}$ и выхлопной трубы $H_{\text{вых}}$, Па

$$P_{\text{ес}} = H_{\text{ш}}[\gamma_{\text{н}} - (\rho_{\text{сум}} + \rho_{\text{д}})4,95] + H_{\text{вых}}(\gamma_{\text{н}} - \rho_{\text{сум}}9,81), \quad (16)$$

где $\rho_{\text{д}}$ - плотность дымовых газов, при удалении из коридоров принимать $0,61 \text{ кг/м}^3$;

$\rho_{\text{сум}}$ - плотность дымовых газов, удаляемых из здания, кг/м^3 ;

$\gamma_{\text{н}}$ - удельный вес наружного воздуха в теплый период года в соответствии с СН 4.02.03 (параметры Б), Н/м^3 , рассчитывается по формуле $\gamma_{\text{н}} = 3463/(273 + t_{\text{н}})$; здесь $t_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха.

5.17 Потери давления в сети дымоудаления с учетом естественного давления газов, Па, определяются по формуле

$$P_{\text{вен}} = P_{\text{сум}} - P_{\text{ес}}, \quad (17)$$

где $P_{\text{сум}}$ - по п.5.15, $P_{\text{ес}}$ - по п.5.16.

5.18 Вентилятор для удаления газов выбирается по условным потерям давления $P_{\text{ус}}$, Па, приведенным к плотности стандартного воздуха, и по суммарному расходу дымовых газов $L_{\text{в}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, на выходе из вентилятора. $P_{\text{ус}}$ и $L_{\text{в}}$ определяются по формулам:

$$P_{\text{ус}} = 1,2P_{\text{вен}}/\rho_{\text{сум}}, \quad (18)$$

$$L_{\text{в}} = 3600G_{\text{сум}}/\rho_{\text{сум}}, \quad (19)$$

По окончании расчета следует уточнить требуемое давление вентилятора для удаления дыма при возникновении пожара на верхнем этаже здания без учета естественного давления.

5.19 Расход продуктов горения G_1 , кг/с , удаляемых из помещения (кроме коридора, вестибюля, холла и фойе), следует определять по периметру очага пожара.

Расход продуктов горения для помещений площадью не более 3000 м^2 или дымовой зоны (резервуара дыма) для помещений большей площади следует определять по формуле

$$G_1 = 0,188 \cdot P_f \cdot y^{1,5} \cdot K_s \quad (20)$$

где P_f – периметр очага пожара в начальной стадии, м, принимаемый равным большему из периметров открытых или негерметично закрытых емкостей с горючими веществами или мест складирования горючих или негорючих материалов (деталей) в горючей упаковке;

y – расстояние от нижней границы задымленной зоны до пола, м, принимаемое для помещений или резервуара дыма не менее 2 м;

СП(ОР) -20

K_s – коэффициент, принимаемый равным 1,0; для систем с естественным побуждением при одновременном тушении пожара спринклерными системами $K_s = 1,2$.

При отсутствии исходных данных периметр очага пожара определяют по формуле

$$4 \leq P_f = 0,38A^{0,5} \leq 12, \quad (21)$$

где A – площадь помещения или резервуара дыма, m^2 .

Для помещений, оборудованных спринклерными и (или) дренчерными системами, принимают $P_f = 12$ м.

При периметре очага пожара $P_f > 12$ м или расстоянии $y > 4$ м расход дыма следует определять в соответствии с п.5.20.

Примечание – Для помещений площадью не более $200 m^2$, для которых в соответствии с 5.1 СН 2.02.07 допускается удаление продуктов горения через коридор, за расчетный расход принимают больший расход продуктов горения, определяемый в соответствии с п.5.1.

5.20 Расход продуктов горения G_1 , кг/с, удаляемых из помещений (кроме коридора, вестибюля, холла и фойе) из условия защиты дверей эвакуационных выходов, следует определять по формуле (22) для холодного периода в соответствии с СН 4.02.03 (параметры Б) и проверять для теплого периода года, если скорость ветра в теплый период больше, чем в холодный:

$$G_1 = 3584 \sum A_d \cdot [h_0 \cdot (\gamma_{in} - \gamma) \cdot \rho_{in} + 0,7V^2 \rho_{in}^2]^{0,5} \cdot K_s / 3600 \quad (22)$$

где $\sum A_d$ – эквивалентная (расходу) суммарная площадь дверей эвакуационных выходов, m^2 ;

h_0 – расчетная высота от нижней границы задымленной зоны до середины двери, м; рассчитывают по формуле

$$h_0 = 0,5H_d + 0,2 \quad (23)$$

здесь H_d – высота наиболее высоких дверей эвакуационных выходов, м;

γ_{in} – удельный вес наружного воздуха, N/m^3 ;

γ – удельный вес дыма; принимают в соответствии с 5.21;

ρ_{in} – плотность наружного воздуха, kg/m^3 ;

K_s – по п.5.19;

V – скорость ветра, м/с; при $V < 1,0$ м/с следует принимать $V = 0$; при $V > 1,0$ м/с – в соответствии с СН 4.02.03 (параметры Б); скорость ветра принимают по наибольшим значениям независимо от периода года, но не более 5 м/с.

Эквивалентную площадь дверей A_d , m^2 , рассчитывают по формуле

СП(ОР) -20

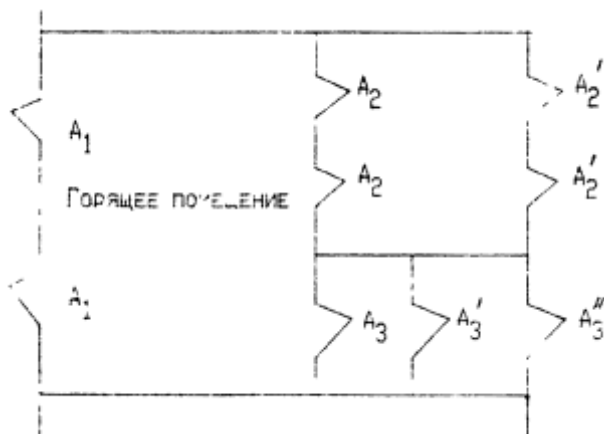
$$\sum A_v = (\sum A_1 + K_1 \sum A_2 + K_2 \sum A_3) \cdot K_3, \quad (24)$$

где $\sum A_1$ – суммарная площадь одинарных дверей, открывающихся наружу, м²;

$\sum A_2$ – суммарная площадь первых дверей для выхода из помещения, после открытия которых требуется открывать наружу вторые двери (например, двери тамбура), суммарной площадью $\sum A'_2$, м²;

$\sum A_3$ – суммарная площадь первых дверей для выхода из помещения, после открытия которых требуется открывать наружу вторые и третьи двери суммарной площадью $\sum A'_3$ и $\sum A''_3$ соответственно, м²;

Рис. 1 Схема нумерации эвакуационных выходов



K_1, K_2 – коэффициенты для определения эквивалентной площади последовательно расположенных дверей; рассчитывают по формулам

$$K_1 = \left(1 + \frac{1}{n^2}\right)^{-0.5}, \quad (25)$$

$$K_2 = \left(1 + \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{m^2}\right)^{-0.5}, \quad (26)$$

$$\text{здесь } n = \frac{\sum A'_2}{\sum A_2}; \quad n_1 = \frac{\sum A'_3}{\sum A_3}; \quad m = \frac{\sum A''_3}{\sum A_3}; \quad (27)$$

K_3 – коэффициент относительной продолжительности открывания дверей во время эвакуации людей из помещения; определяют по формулам:

– для одинарных дверей

$$K_3 = 0,03N \leq 1; \quad (28)$$

– для двойных дверей или при выходе через тамбур-шлюзы

$$K_3 = 0,05N \leq 1; \quad (29)$$

здесь N – среднее количество людей, выходящих из помещения через каждую дверь.

СП(ОР) -20

K_3 следует принимать не менее:

0,8 – при одной двери;

0,7 – при двух дверях;

0,6 – при трех дверях;

0,5 – при четырех дверях;

0,4 – при пяти и большем количестве дверей в помещении.

Эквивалентная площадь дверей эвакуационных выходов $\sum A_v$ из помещения определяется для местностей с расчетной скоростью ветра:

– 1 м/с и менее – суммарно для всех выходов;

– более 1 м/с – отдельно для выходов из дверей со стороны фасада (наибольшей эквивалентной площадью, которая рассматривается как площадь выходов на наветренный фасад) и суммарно для всех остальных выходов.

5.21 При удалении из помещения дыма объемом 10 000 м³ и менее его средний удельный вес γ , Н/м³, плотность ρ , кг/м³ и температуру t , °С, следует принимать:

$\gamma = 4$ Н/м³, $\rho = 0,41$ кг/м³, $t = 600$ °С – при горении жидкости и газов;

$\gamma = 5$ Н/м³, $\rho = 0,51$ кг/м³, $t = 450$ °С – при горении твердых тел;

$\gamma = 6$ Н/м³, $\rho = 0,61$ кг/м³, $t = 300$ °С – при горении волокнистых веществ и при удалении дыма из коридоров и холлов.

При удалении из помещения дыма объемом более 10 000 м³ его средний удельный вес γ_m следует определять по формуле

$$\gamma_m = \gamma + 0,05 \cdot (V_p - 10), \quad (30)$$

где V_p – объем помещения, м³.

5.22 Площадь поперечного сечения дымовых шахт или площадь открывающихся фрамуг $A_{ш}$ м² окон и фонарей, определяется по формуле:

$$A_{ш} = G / G_{ш}, \quad (31)$$

где: G - расчетный расход дыма, кг/ч, для помещений, резервуаров дыма и дымовых зон площадью 3000 м² и менее, рассчитанных по п. 5.19 или п. 5.20;

$G_{ш}$ - расход дыма на 1 м² площади поперечного сечения дымовой шахты или полной площади фрамуг (створок) фонарей или окон, кг/(м² ч), определяемой по п. 5.23.

5.23 Удельный расход дыма на 1 м² площади поперечного сечения дымовых шахт с дефлекторами для любых населенных пунктов и площади открывающихся фрамуг, створок светоаэрационных и других незадуваемых фонарей, а также окон, установленных в

СП(ОР) -20

наружных стенах зданий для пунктов с расчетной скоростью ветра $V_v \leq 1$ м/с, следует определять по формуле:

$$G_{ш} = K_{ш}(\Delta P_{ш} \rho)^{0,5}, \quad (32)$$

где:

$K_{ш}$ - коэффициент, равный:

4175 - для дымовой шахты с дефлектором;

1730 - для верхнеподвесных фрамуг в одинарном остеклении с ленточным открыванием на 30° ;

2340 - то же с открыванием на 45° ;

2850 - то же с открыванием на 60° ;

2290 для квадратных и прямоугольных фрамуг (фонарей) со сторонами 1/1,5 с отдельным открыванием на 30° ;

2850 - то же с открыванием на 45° ;

3210 - то же с открыванием на 60° ;

$\Delta P_{ш} = (\rho_n - \rho) \cdot g \cdot H_{ш}$ - расчетное давление, создаваемое за счет разности удельных весов наружного воздуха и дыма при расчетной высоте $H_{ш}$ м, определяемой по рис. 2;

ρ - плотность дыма, кг/м³; принимаемая по формуле $\rho = \gamma / 9,81$, где γ принимается по п. 5.21;

ρ - плотность наружного воздуха, кг/м³, принимается по расчетным параметрам Б наружного воздуха в теплый период года;

g - ускорение свободного падения, м·с⁻².

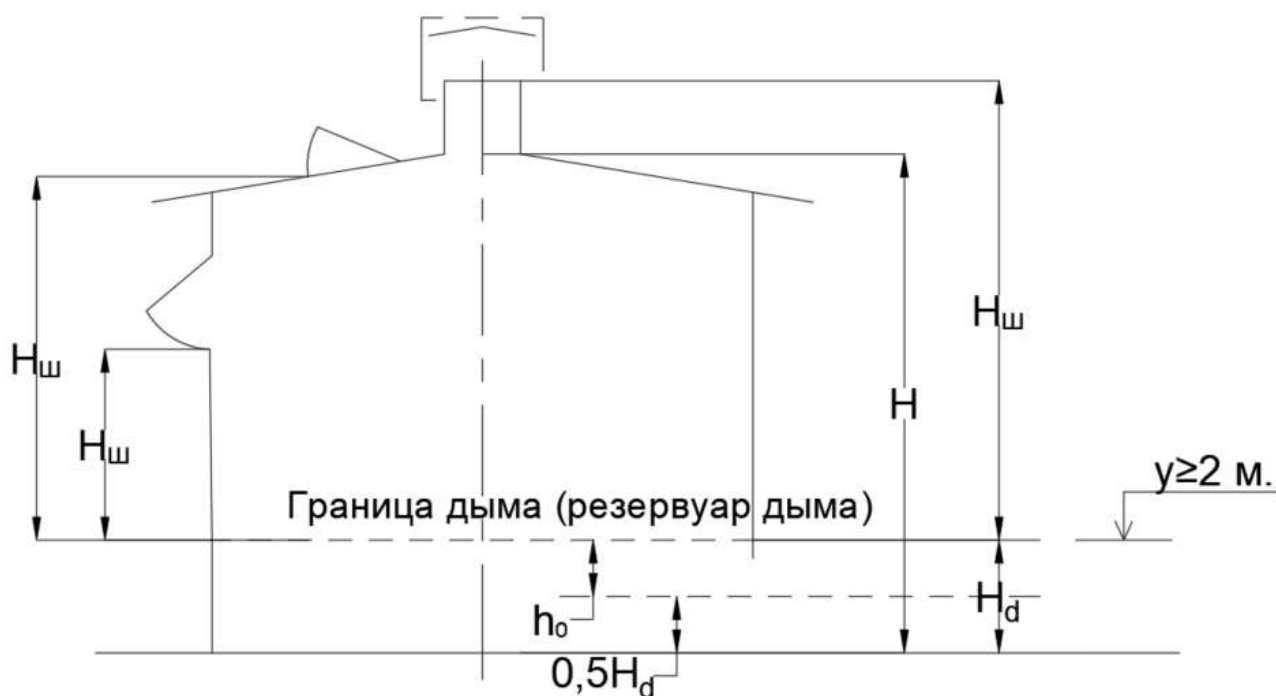


Рис. 2. Схема для расчета расхода дыма и дымовой шахты:

h_o - расчетное расстояние границы дыма от оси двери эвакуационного выхода; H_d - высота двери; H - высота здания, м; $H_{ш}$ - расчетная высота шахты (фрамуги, фонаря), м., y - расстояние от нижней границы задымленной зоны до пола, м, принимаемое для помещений или резервуара дыма не менее 2 м;

6 Противодымная защита шахт лифтов, лестничных клеток, тамбур-шлюзов и возмещение объемов удаляемых продуктов горения

6.1 Возмещение объемов удаляемых продуктов горения при пожаре из атриума, коридора, вестибюля, холла, фойе и других помещений обеспечивают следующими способами:

- системами приточной противодымной вентиляции с искусственным побуждением посредством подачи наружного воздуха в нижнюю часть помещений, но не выше, чем 1,2м от пола верха клапана, при удалении продуктов горения системами вытяжной противодымной вентиляции с искусственным (естественным) побуждением;

- системами приточной противодымной вентиляции с естественным побуждением посредством клапанов избыточного давления, а также наружных клапанов, противопожарных клапанов, окон, фрамуг, дверей, ворот (все перечисленное - с автоматическим открыванием от систем пожарной автоматики) при удалении продуктов горения системами вытяжной противодымной вентиляции с искусственным побуждением;

- системами приточной противодымной вентиляции с естественным побуждением посредством подачи наружного воздуха посредством наружных клапанов, противопожарных клапанов, окон, фрамуг, дверей, ворот с автоматическим открыванием от систем пожарной автоматики и размещением их верхней части открытого проема не выше половины высоты коридора, вестибюля, холла, фойе и других помещений при удалении продуктов горения системами вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением.

Для коридоров, вестибюлей, холлов, фойе и других помещений, оборудованных системами вытяжной противодымной вентиляции с искусственным побуждением, в многоэтажных зданиях высотой не более 3 трех этажей допускается возмещение объемов удаляемых продуктов горения при пожаре системами приточной противодымной вентиляции с естественным побуждением через шахты с противопожарными клапанами. При этом суммарное давление на потери в сети (решетка, клапан, шахта, заборное отверстие и т.д.) и гравитационное давление не должно превышать 100 Па.

Расход подаваемого воздуха $G_{п.ком}$, м³/ч для возмещения объемов удаляемых из продуктов горения при пожаре определяется соотношением:

$$G_{п.ком} = G_1 \cdot n \quad (33)$$

где G_1 — объемный расход удаляемых продуктов горения, $\text{м}^3/\text{ч}$;

n — коэффициент отрицательно дисбаланса, должен находиться в пределах $0,7 \leq n \leq 0,99$.

6.2 Расход наружного воздуха в тамбур-шлюз незадымляемой лестничной клетки 3-го типа на этаже пожара следует определять из расчета подачи $4700 \text{ м}^3/\text{ч}$ или 5640 кг/ч на 1 м^2 площади открытой створки двери тамбур-шлюза.

6.3 Расход наружного воздуха, кг/ч , в тамбур-шлюзы с закрытыми дверями следует рассчитывать по формуле

$$G = 3157 \cdot A_{щ} (20 + 0,7V^2 \cdot \rho)^{0,5}, \quad (34)$$

где $A_{щ}$ - площадь неплотностей и щелей в притворах дверей тамбур-шлюзов, м^2 ;

При этом ширину щелей следует принимать в соответствии с эксплуатационной документацией на двери, а в случае отсутствия данной информации принимать от $1,8 \text{ мм}$ до $3,6 \text{ мм}$ (умножаем на коэффициент запаса $1,2$ (качество изготовления и износ дверей и ворот)).

V - скорость ветра, м/с , наружного воздуха в холодный период года при параметрах Б, но не более 5 м/с ;

ρ - плотность наружного воздуха, кг/м^3 , в холодный период года при параметрах Б.

6.4 При работе вентиляционной системы противодымной защиты многоэтажного здания в незадымляемой лестничной клетке типа Н2 и шахтах лифтов создается избыточное давление по отношению к смежным помещениям и к улице. За счет этого часть воздуха, подаваемого в верхнюю часть лестничной клетки и шахты лифта, через щели и неплотности дверей и окон уходит внутрь здания и наружу (рисунок 3). Для обеспечения требуемых нормами параметров в лестничную клетку на 1-м этаже здания и в шахту лифта на этом этаже должно поступать определенное количество воздуха. Производительность вентиляторов подпора воздуха в лестничные клетки типа Н2 и шахты лифтов должна быть больше этого количества на величину утечек воздуха через щели и неплотности дверей и окон.

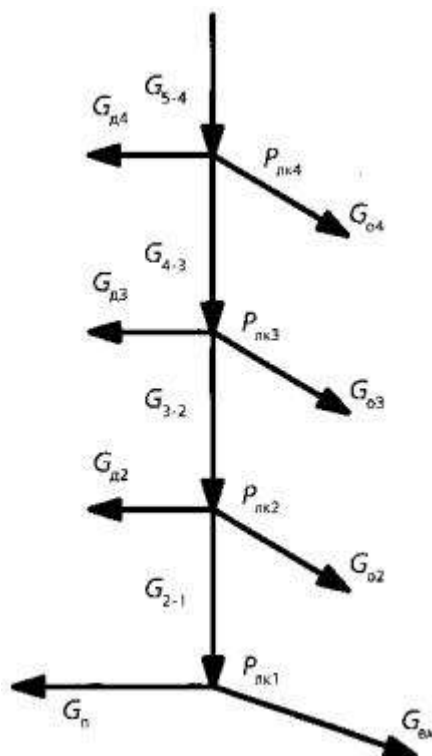


Рисунок 3 - Схема расчета параметров вентилятора подпора в незадымляемую лестничную клетку типа Н2:

$G_{л}$ - массовый расход воздуха из лестничной клетки в коридор этажа пожара, кг/с;

$G_{вх}$ - массовый расход воздуха из лестничной клетки наружу через входную дверь здания, кг/с;

$P_{лкi}$ - давление в лестничной клетке на уровне i-го этажа, Па;

$G_{i,i-1}$ - массовый расход воздуха в лестничной клетке с i-го этажа на i-1-й, кг/с;

G_{di} - массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели закрытых дверей на уровне i-го этажа, кг/с;

G_{oi} - массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели окон на уровне i-го этажа, кг/с клетки типа Н2 и шахты лифтов должна быть больше этого количества на величину утечек воздуха через щели и неплотности дверей и окон.

Расчет вентилятора подпора в незадымляемую лестничную клетку типа Н2 начинается с определения давления на 1-м этаже лестничной клетки. В соответствии с требованиями СН 2.02.07 избыточное по отношению к наветренному фасаду давление на 1-м этаже лестничной клетки $P_{лк1}$, Па, должно быть не менее 20 Па, т.е.

$$P_{лк1} = P_{нн1} + 20, \quad (35)$$

$$\text{где } P_{ннi} = 0,4 \cdot \rho_n \cdot V_v^2 - g h_i \cdot (\rho_n - \rho_n); \quad (36)$$

ρ_n - плотность наружного воздуха, кг/м³;

СП(ОР) -20

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$V_{\text{в}}$ - скорость ветра, м/с (Параметры Б, в холодный период года);

h_i - высота пола i -го этажа над уровнем планировочной отметки земли, м ;

$\rho_{\text{п}}$ - плотность приточного воздуха, кг/м^3 ;

$T_{\text{п}}$ – температура воздуха в здании при работе системы противодымной защиты, К .

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{353}{T_{\text{ж}}}, \quad T_{\text{ж}} = \frac{T_{\text{ж}} + T_{\text{е}}}{2},$$

$T_{\text{в}}$ - температура внутреннего воздуха в здании (в соответствии с техническим заданием) до начала пожара, К .

$T_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха Параметры Б (холодный период), К .

Массовый расход воздуха, который необходимо подавать из лестничной клетки в коридор этажа пожара для предотвращения выхода продуктов горения через открытый дверной проем, $G_{\text{п}}$, кг/с , определяют по формуле

$$G_{\text{п}} = V_{\text{п}} \rho_{\text{п}} V_{\text{п}} H_{\text{п}}, \quad (37)$$

где $V_{\text{п}}$ - скорость воздуха в открытом дверном проеме, достаточная для предотвращения выхода продуктов горения в лестничную клетку, м/с ; $V_{\text{п}} = 1,3 \text{ м/с}$

$\rho_{\text{п}}$ - то же, что в формуле (36);

$V_{\text{п}}$ - ширина створки дверного полотна из коридора (холла, помещения) в лестничную клетку, м ;

$H_{\text{п}}$ - высота створки дверного полотна из коридора (холла, помещения) в лестничную клетку, м .

Массовый расход воздуха, удаляемого из лестничной клетки наружу через открытую входную дверь здания, $G_{\text{вх}}$, кг/с , определяют по формуле

$$G_{\text{вх}} = (\mu f)_{\text{вх}} [2\rho_{\text{п}} (P_{\text{лк1}} - P_{\text{вх}})]^{1/2}, \quad (38)$$

где $(\mu f)_{\text{вх}}$ - эквивалентная гидравлическая площадь входных дверей здания, м^2 ;

- для параллельно работающих проемов, эквивалентную площадь вычисляют по формуле $F_{\text{эkv}} = f_1 + f_2 + \dots + f_i$,

где индексы 1, 2 ... i - номер проема;

f_i - площадь i -го проема, м^2 .

- для последовательно работающих проемов, эквивалентную площадь определяют по формуле;

$$F_{\text{эkv}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} + \dots + \frac{1}{f_i^2} \right)^{1/2}},$$

СП(ОР) -20

где индексы 1, 2 ... i - номер проема;

f_i - площадь i-го проема, м².

μ - коэффициент расхода проема дымоудаления; для проемов прямоугольного или квадратного сечения принимают равным 0,64, для щелей и проемов круглого сечения - 0,8;

ρ_n - то же, что в формуле (36);

$P_{лк1}$ - давление в лестничной клетке на уровне 1-го этажа, Па; определяют по формуле (35);

$P_{вх}$ - давление на уровне нижней границы входной двери на заветренном фасаде, Па.

В соответствии с требованиями СН 2.02.07 расчеты следует проводить при открытых дверях на путях эвакуации из коридоров, холлов или непосредственно из помещений на этаже пожара в лестничную клетку и закрытых остальных дверях здания или при открытых дверях из здания наружу и закрытых дверях из коридоров и холлов на всех этажах. При расчете по первому варианту расход воздуха G_n определяют по формуле (37), а расход воздуха $G_{вх}$ принимают равным нулю. При расчете по второму варианту расход воздуха $G_{вх}$ определяют по формуле (38), а расход воздуха G_n принимают равным нулю.

Массовый расход воздуха, поступающего на 1-й этаж лестничной клетки со 2-го, G_{2-1} , кг/с, определяют по формуле

$$G_{2-1} = G_n + G_{вх}, \quad (39)$$

где G_n - массовый расход воздуха из лестничной клетки в коридор (холл, помещение) этажа пожара, кг/с; определяют по формуле (37);

$G_{вх}$ - массовый расход воздуха из лестничной клетки наружу через открытую входную дверь здания, кг/с; определяют по формуле (38).

Давление в лестничной клетке на уровне 2-го этажа $P_{лк2}$, Па, определяют по формуле

$$P_{лк2} = \frac{P_{лк1} + 30G_{2-1}^2}{\rho_n f_{лк}^2}, \quad (40)$$

где $P_{лк1}$ - то же, что в формуле (35);

G_{2-1} - массовый расход воздуха, поступающего на 1-й этаж лестничной клетки со 2-го, кг/с; определяют по формуле (39);

ρ_n - то же, что в формуле (36);

$f_{лк}$ - площадь лестничной клетки, м².

СП(ОР) -20

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели и неплотности окон из лестничной клетки наружу на 2-м и выше этажах, G_{oi} , кг/с, определяют по формуле

$$G_{oi} = J_0 f_0 (P_{лki} - P_{нzi})^{1/2} \quad (41)$$

где J_0 - удельная характеристика воздухопроницаемости окон, кг/(с·м·Па^{1/2});

$J_0 = 7,5 \cdot 10^{-3}$ кг/(с·м·Па^{1/2}) - для одинарного спаренного остекления;

$J_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ кг/(с·м·Па^{1/2}) - для двойного раздельного остекления;

f_0 - площадь остекления в лестничной клетке, м²;

$P_{лki}$ - давление в лестничной клетке на уровне i -го этажа, Па;

$P_{нzi}$ - определяют по формуле,

$$P_{нzi} = -0,3\rho_n V^2 - gh_i (\rho_n - \rho_p) \quad (42)$$

ρ_n - плотность наружного воздуха, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

V - скорость ветра, м/с (Параметры Б, в холодный период года);

h_i - высота пола i -го этажа над уровнем планировочной отметки земли, м;

ρ_p - плотность приточного воздуха, кг/м³;

$$\rho_n = \frac{353}{T_n}, \quad T_n = \frac{T_{в} + T_{е}}{2},$$

$T_{в}$ - температура внутреннего воздуха в здании (в соответствии с техническим заданием) до начала пожара, К.

$T_{н}$ - температура наружного воздуха Параметры Б (холодный период), К.

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей внутрь здания, G_{di} кг/с, определяют по формуле

$$G_{di} = \left(\frac{P_{лki} - P_{ei}}{S_{de}} \right)^{1/2}, \quad (43)$$

где $P_{лki}$ - то же, что в формуле (41);

Давление внутри здания на уровне i -го этажа P_{ei} , Па – определяют по формуле

$$P_{ei} = \frac{P_{нni} + P_{нzi}}{2}, \quad (44)$$

где $P_{нni}$ - наружное давление на наветренном фасаде на уровне i -го этажа, Па; определяют по формуле (36);

СП(ОР) -20

$P_{нzi}$ - наружное давление на заветренном на уровне i -го этажа, Па; определяют по формуле (42).

$S_{дв}$ - характеристика сопротивления газопроницанию дверей, $1/(\text{кг}\cdot\text{м})$; определяют по формуле

$$S_{дв} = \frac{S_{уд}}{(H_n B_n)^2}, \quad (45)$$

где $S_{уд}$ - удельная характеристика сопротивления газопроницанию закрытых дверей, $\text{м}^3/\text{кг}$; изменяется в пределах $S_{уд} = 6000 - 200000 \text{ м}^3/\text{кг}$;

B_n - ширина дверного проема из коридора (холла, помещения) в лестничную клетку, м;

H_n - высота дверного проема из коридора (холла, помещения) в лестничную клетку, м.

Массовый расход воздуха, поступающего с $i + 1$ -го этажа лестничной клетки на i -й, $G_{i+1,i}$, кг/с, определяют по формуле

$$G_{i+1,i} = G_{i,i-1} + \sum (G_{дi} + G_{oi}), \quad (46)$$

где $G_{i,i-1}$ - массовый расход воздуха в лестничной клетке с i -го этажа на $i-1$ -й, кг/с;

$G_{дi}$ - массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей внутрь здания, кг/с; определяют по формуле (43);

G_{oi} - массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели и неплотности окон из лестничной клетки наружу на 2-м и выше этажах, кг/с; определяют по формуле (41).

Давление на $i + 1$ -м этаже лестничной клетки $P_{лki+1}$, Па, больше, чем давление на i -м этаже, на величину потерь давления на преодоление межэтажного пролета лестничной клетки; определяют по формуле

$$P_{лki+1} = P_{лki} + \frac{30 G_{i+1,i}^2}{\rho_n f_{лk}^2}, \quad (47)$$

где $P_{лki}$ - то же, что в формуле (41);

$G_{i+1,i}$ - массовый расход воздуха, поступающего с $i + 1$ -го этажа лестничной клетки на i -й, кг/с; определяют по формуле (46);

ρ_n - то же, что в формуле (36);

$f_{лk}$ - то же, что в формуле (40).

Расход воздуха, который необходимо подавать в верхнюю часть лестничной клетки для создания подпора при пожаре, $L_{лk}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяют по формуле

$$L_{лk} = \frac{3600 G_{лk}}{\rho_n}, \quad (48)$$

где $G_{лk}$ - массовый расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку, кг/с;

СП(ОР) -20

ρ_n - тоже, что в формуле (36).

Давление, которое должен обеспечивать вентилятор подачи воздуха в лестничную клетку, $P_{\text{вент}}$, Па, определяют по формуле

$$P_{\text{вент}} = P_{\text{лкN}} - P_{\text{нз.в}} + \Delta P_{\text{сети}}, \quad (49)$$

где $P_{\text{лкN}}$ - давление на верхнем этаже лестничной клетки, Па;

$P_{\text{нз.в}}$ - наружное давление на заветренном фасаде на уровне воздухоприемного отверстия вентилятора, Па; определяют по формуле

$$P_{\text{нз.в}} = -0,6 \frac{\rho_n V_v^2}{2} - g h_{\text{вз}} (\rho_n - \rho_e), \quad (50)$$

где ρ_n , g - тоже, что в формуле (36);

V_v - скорость ветра, м/с, (Параметры Б, в холодный период года);

$h_{\text{вз}}$ - уровень расположения воздухозаборного отверстия системы подпора в лестничную клетку, м;

ρ_v - плотность воздуха в здании до начала пожара, кг/м³; определяют по формуле

$$\rho_e = \frac{353}{T_e}, \quad (51)$$

где T_v - температура внутреннего воздуха в здании (в соответствии с техническим заданием) до начала пожара, К.

$\Delta P_{\text{сети}}$ - потери давления в сети обвязки вентилятора от воздухозаборного отверстия до объема лестничной клетки, Па.

6.5 Расчет параметров вентиляторов подпора в шахту лифта

Схема расчета параметров вентилятора подпора в шахту лифта приведена на рисунке 3.

СП(ОР) -20

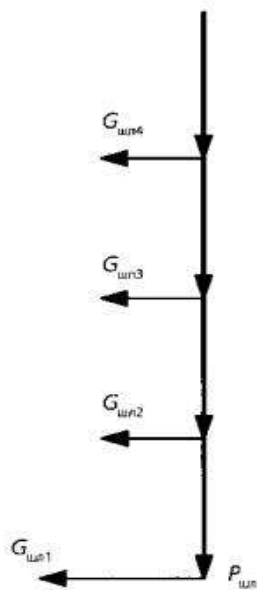


Рисунок 3 - Схема расчета параметров подпора в шахту лифт.

Гидравлическое сопротивление шахты лифта на несколько порядков меньше гидравлического сопротивления лестничной клетки. Это обстоятельство позволяет пренебречь потерями давления по высоте шахты лифта и считать, что давление по высоте шахты лифта не изменяется:

$$P_{шл1}=P_{шлi}=P_{шл} \quad (52)$$

Здесь $P_{шл1}$ - давление в шахте лифта на уровне 1-го этажа, Па;

$P_{шлi}$ - давление в шахте лифта на уровне произвольного этажа, Па;

$P_{шл}$ - давление в шахте лифта, Па;

$G_{шл1}$ - массовый расход воздуха из шахты лифта через щель между кабиной и шахтой на 1-м этаже здания, кг/с;

$G_{шлi}$ - массовый расход воздуха из шахты лифта через щели дверей шахты на остальных этажах здания, кг/с;

$P_{шл}$ - давление в шахте лифта, Па.

Массовый расход воздуха, который необходимо подать в шахту лифта для создания в ней подпора воздуха при пожаре, $G_{шл}$, кг/с, определяют по формуле

$$G_{шл}=G_{шл1}+\sum G_{шлi}, \quad (53)$$

где $G_{шл1}$ - массовый расход воздуха, уходящего через щель между кабиной и шахтой лифта на 1-м этаже, кг/с; определяют по формуле (55);

$G_{шлi}$ - массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели закрытых дверей на 2-м и вышележащих этажах, кг/с; определяют по формуле (56).

Давление в шахте лифта $P_{шл}$, Па, на уровне 1-го этажа согласно данному должно быть на 20 Па выше давления на наветренном фасаде на уровне 1-го этажа $P_{нн1}$, Па:

$$P_{шл} = P_{нн1} + 20 \quad (54)$$

Массовый расход воздуха, уходящего через щель между кабиной и шахтой лифта на 1-м этаже, $G_{шл1}$, кг/с, определяют по формуле

$$G_{шл1} = (\mu \delta P)_{шл1} (2 \rho_n \Delta P_{шл1})^{1/2} \quad (55);$$

где μ - коэффициент расхода щели между кабиной и шахтой лифта; принимают равным 0,64;

СП(ОР) -20

δ - ширина щели между кабиной и шахтой лифта, м; принимается в соответствии с эксплуатационной документацией на лифт;

Π - периметр дверей шахты лифта, м;

ρ_n - то же, что в формуле (36);

$\Delta P_{шл1}$ - избыточное давление в шахте лифта на уровне 1-го этажа, Па; принимают равным 20 Па.

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели закрытых дверей шахты лифта, $G_{шлi}$, кг/с, определяют по формуле

$$G_{шлi} = \left(\frac{P_{шл} - P_{ei}}{S_{дв}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (56)$$

где $P_{шл}$ - то же, что в формуле (52);

P_{ei} - то же, что в формуле (44);

$S_{дв}$ - то же, что в формуле (45).

Расход воздуха, который необходимо подавать в объем шахты лифта для создания подпора при пожаре, $L_{шл}$, м³/ч, определяют по формуле

$$L_{шл} = \frac{3600 G_{шл}}{\rho_n}, \quad (57)$$

где $G_{шл}$ - массовый расход воздуха, который необходимо подать в шахту лифта для создания в ней подпора воздуха при пожаре, кг/с; определяют по формуле (53);

ρ_n - плотность наружного воздуха, кг/м³.

Давление, которое должен обеспечивать вентилятор подачи воздуха в шахту лифта, $P_{вент}$, Па, определяют по формуле

$$P_{вент} = P_{шл} - P_{нз.в} + \Delta P_{сети}, \quad (58)$$

где $P_{шл}$ - то же, что в формуле (52);

$P_{нз.в}$ - то же, что в формуле (50);

$\Delta P_{сети}$ - потери давления в сети обвязки вентилятора от воздухозаборного отверстия до объема шахты лифта, Па.

Приложение А

Пример расчета противодымной вентиляции из коридоров жилого дома

Рассчитать противодымную защиту коридоров 17-этажного жилого дома в г. Минске.

Исходные данные:

Температура наружного воздуха в теплый период года 27°C (параметры Б). Дверь для выхода на лестничную клетку имеет ширину 0,9 м, высоту 2,2 м. Высота этажа 2,8 м, шахта дымоудаления выполнена из бетона.

Решение:

1. Определяем расход дыма по формуле (1)

$$G_d = 0,95 \times 0,9 \times 2,2^{1,5} = 2,79 \text{ кг/с} = 10044 \text{ кг/ч.}$$

2. Принимаем дымовой клапан КДМ-2 размером 800х500 мм с проходным сечением 0,35 м² и шахту размером 800х500 мм. Массовая скорость дыма в клапане на 1-м участке (клапан открыт) $V_r = 2,79/0,35 = 8,0 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$ и в шахте

$$V_r = 2,79/0,4 = 6,98 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2).$$

3. Определяем потери давления в дымовом клапане на 1-м этаже по формуле (3)

$$P_1 = (1,2 + 1,3) \times 8,0^2 / (2 \times 0,61) = 131 \text{ Па,}$$

где $\xi_1 = 1,2$; КМС приведен условно;

$\xi_2 = 1,3$; КМС приведен условно.

4. Потери давления на трение на 1-м участке шахты из бетона при $K_c = 1,7$ и скоростном давлении $h_{d1} = 6,98^2 / (2 \times 0,61) = 40 \text{ Па}$ рассчитаны по формуле (4)

$$P_2 = 10,8 \times 0,1 \times 1,7 \times 2,8 = 5,2 \text{ Па,}$$

где $\sum \xi = 0$.

5. Определяем подсос воздуха через неплотность закрытого дымового клапана на 2-м этаже здания по формуле (5) при отрицательном давлении

$$P_1 + P_2 = 131 + 5,2 = 136,2 \text{ Па;}$$

$$G_{K1} = 0,0112(0,35 \times 136,2)^{0,5} = 0,077 \text{ кг/с.}$$

6. Количество газов в устье дымовой шахты определяем по расходу дыма при равномерном подсосе воздуха через 16 закрытых дымовых клапанов в первом приближении по формуле (6)

$$G_{y1} = 2,79 + 0,077 \times 16 = 4,02 \text{ кг/с.}$$

7. Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты G_{y1} , кг/с, определяем при среднем скоростном давлении в шахте по формуле (7)

$$P_{y1} = 10,8 \times 0,13 \times 1,7 \times 2,8 \times 16 + 0,1 \times 16 \times 55 + 131 + 5,2 = 330 \text{ Па,}$$

где $R_{тр} = 0,13 \text{ кгс/м}^2$ по табл. 1 при скоростном давлении 55 Па;

СП(ОР) -20

$K_c = 1,7$ по п.5.5;

$h_{д.ср} = (h_{д1} + h_{д.у}) \times 0,5 = (40 + 70) \times 0,5 = 55 \text{ Па};$

$h_{д1} = (2,79/0,4)^2 / (2 \times 0,61) = 40 \text{ Па на 1-м участке};$

$h_{д.у} = (4,02/0,4)^2 / (2 \times r_y) = (10,05)^2 / (2 \times 0,72) = 70 \text{ Па в устье шахты};$

$\rho_y = 4,02 / [2,79/0,61 + (4,02 - 2,79)/1,2] = 0,72 \text{ кг/м}^3;$

$P_1 = 131 \text{ Па};$

$P_2 = 5,2 \text{ Па}.$

8. Подсос воздуха через закрытый дымовой клапан на 17-м этаже при $P_{y1} = 330 \text{ Па}$ определяем по формуле (8)

$G_{к2} = 0,0112(0,35 \times 330)^{0,5} = 0,12 \text{ кг/с}.$

9. Подсос воздуха в шахту через 16 закрытых клапанов и дыма через открытый клапан на 1-м этаже ($G_d = 2,79 \text{ кг/с}$) определяем по формуле (9) (второе приближение принимается за окончательный результат)

$G_{y2} = (0,077 + 0,12) \times 0,5 \times 16 + 2,79 = 4,37 \text{ кг/с}.$

10. Для присоединения шахты к вентилятору принят воздуховод сечением 600х600 мм, длиной 7 м с двумя отводами. При этом потери давления составляют:

$P_{вс} = 10,8 \times 0,25 \times 7 + 0,5 \times 2 \times 102 = 121 \text{ Па}$

при скоростном давлении в воздуховоде $(4,37/0,36)^2 / (2 \times 0,72) = 102 \text{ Па}$ и $R_{тр} = 0,25 \text{ кгс/м}^2.$

11. Определяем потери давления системы на всасывании по формуле (10)

$P_{y2} = 330 + 121 = 451 \text{ Па}.$

12. Определяем подсосы воздуха через неплотности всасывающей части сети при разрежении перед вентилятором 451 Па по формуле (11)

$G_n = 1,1(0,0021 \times 2,6 \times 2,8 \times 16 + 0,00065 \times 2,4 \times 7) = 0,282 \text{ кг/с},$

где $0,0021 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$ - по табл. 2 для шахты из бетона;

$0,00065 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$ - по табл. 2 для стального воздуховода.

13. Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором по формуле (12)

$G_{сум} = 4,37 + 0,282 = 4,65 \text{ кг/с}.$

14. Потери давления, на всасывании с учетом подсоса воздуха через неплотности воздуховодов определяем по формуле (13)

$P_v = 451 \times [1 + (4,65/4,02)^2] \times 0,5 = 527 \text{ Па}.$

15. Плотность газов перед вентилятором рассчитываем по формуле (14)

$\rho_{сум} = 4,65 / [2,79/0,61 + (4,65 - 2,79)/1,2] = 0,76 \text{ кг/м}^3.$

Температура газов перед вентилятором по п. 5.14 равна:

СП(ОР) -20

$$T = (353 - 273 \times 0,76) / 0,76 = 192 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

16. Для удаления газов наружу принимается радиальный вентилятор с положением кожуха 270° , соединенный диффузором с дымовой трубой длиной 5 м диаметром 710 мм (сечением $0,4 \text{ м}^2$). Массовая скорость выхлопа газов через дымовую трубу $V_r = 4,65 / 0,4 = 11,63 \text{ кг}/(\text{с} \times \text{м}^2)$ и скоростное давление составит $11,63^2 / (2 \times 0,76) = 89 \text{ Па}$.

Потери давления на выхлопе по формуле (4) равны:

$$P_{\text{вых}} = 10,8 \times 0,18 \times 5 + 2,0 \times 89 = 188 \text{ Па}.$$

17. Суммарные потери давления в сети по формуле (15) равны:

$$P_{\text{сум}} = 527 + 188 = 715 \text{ Па}.$$

18. Естественное давление газов при высоте дымовой шахты 45 м и трубы 5 м при удельном весе наружного воздуха в теплый период года $\gamma_n = 3463 / (273 + 27) = 11,54 \text{ Н}/\text{м}^3$ и плотности удаляемого газа $0,76 \text{ кг}/\text{м}^3$ определяем по формуле (16)

$$P_{\text{ес}} = 45[11,54 - (0,76 + 0,61) \times 4,95] + 5(11,54 - 0,76 \times 9,81) = 234 \text{ Па}.$$

19. Потери давления в системе с учетом естественного давления газов определяем по формуле (17)

$$P_{\text{вен}} = 715 - 234 = 481 \text{ Па}.$$

20. Напор вентилятора по условным потерям давления определяем по формуле (18)

$$P_{\text{усл}} = 1,2 \times 481 / 0,76 = 760 \text{ Па}.$$

21. Производительность вентилятора по формуле (19) равна:

$$L_v = 3600 \times 4,65 / 0,76 = 22026 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Приложение Б

**Пример расчета противодымной вентиляции из коридоров
общественного здания**

Рассчитать противодымную защиту коридоров 20-этажного общественного здания в г.Минске.

Исходные данные:

Коридор длиной 30 м с двумя входами на лестничные клетки через двери высотой 2,2 м шириной 0,9 м. Высота этажа 3,6 м. Расчетная температура наружного воздуха в теплый период года 28,5 °С (параметры Б).

Решение:

1. Определяем расход дыма при пожаре по формуле (2) при одной открытой двери на лестничную клетку, считая, что выход из второй двери невозможен по условиям пожара. Коэффициент $K_d = 1,0$

$$G_d = 1,2 \times 0,9 \times 2,2^{1,5} \times 1,0 = 3,52 \text{ кг/с.}$$

2. К установке на каждом этаже коридора под потолком принимаем дымовой клапан КПК-1 (прил. 3) размером 800х500 мм с проходным сечением 0,4 м² и дымовую шахту из листовой стали 800х600 мм ($d_{\text{экв}} = 685 \text{ мм}$).

Массовая скорость дыма в клапане на 1-м участке (клапан открыт) равна:

$$V_r = 3,52 / 0,4 = 8,8 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2\text{)},$$

массовая скорость дыма в шахте $V_r = 3,52 / 0,48 = 7,33 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2\text{)}$.

3. Определяем потери давления в дымовом клапане на 1-м этаже по формуле (3)

$$P_1 = 2,5 \times 8,8^2 / (2 \times 0,61) = 158,7 \text{ Па,}$$

где $\xi_1 = 1,2$; КМС приведен условно;

$\xi_2 = 1,3$; КМС приведен условно.

4. Потери на трение на 1-м участке шахты из листовой стали при $K_c = 1,0$ и скоростном давлении $h_{d1} = 7,33^2 / (2 \times 0,61) = 44 \text{ Па}$ рассчитаны по табл. 1 и формуле (4)

$$P_2 = 10,8 \times 0,1 \times 1,0 \times 3,6 = 3,9 \text{ Па,}$$

где $\sum \xi = 0$.

5. Определяем подсос воздуха через неплотности закрытого дымового клапана на 2-м этаже здания по формуле (5) при отрицательном давлении

$$P_1 + P_2 = 158,7 + 3,9 = 162,6 \text{ Па;}$$

$$G_{k1} = 0,0112(0,4 \times 162,6)^{0,5} = 0,091 \text{ кг/с.}$$

6. Расход газов в устье дымовой шахты в первом приближении определяем по расходу дыма и при равномерном подсосе воздуха через 19 закрытых дымовых клапанов по

СП(ОР) -20

формуле (6)

$$G_{y1} = 3,52 + 0,091(20 - 1) = 5,25 \text{ кг/с.}$$

7. Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты G_{y1} , кг/с, определяем при среднем скоростном давлении в шахте по формуле (7)

$$P_{y1} = 10,8 \times 0,15 \times 1,0 \times 3,6 \times 19 + 0,1 \times 19 \times 63 + 162,6 = 393 \text{ Па,}$$

где $R_{тр} = 0,15 \text{ кгс/м}^2$ по табл. 1 при скоростном давлении 63 Па;

$K_c = 1,0$ по п.5.5;

$$h_{д.ср} = (h_{д.1} - h_{д.у}) \times 0,5 = (44 + 82) \times 0,5 = 63 \text{ Па;}$$

$$h_{д.1} = 44 \text{ Па;}$$

$$h_{д.у} = (5,25/0,48)^2 / (2 \times 0,73) = 10,94^2 / (2 \times 0,73) = 82 \text{ Па;}$$

$$\rho_y = 5,25 / [3,52/0,61 + (5,25 - 3,52)/1,2] = 0,73 \text{ кг/м}^3;$$

$$P_1 + P_2 = 162,6 \text{ Па.}$$

8. Подсос воздуха через закрытый дымовой клапан на 20-м этаже при $P_{y1} = 393 \text{ Па}$ определяем по формуле (8)

$$G_{к2} = 0,0112(0,4 \times 393)^{0,5} = 0,14 \text{ кг/с.}$$

9. Подсос воздуха в шахту через 19 закрытых клапанов и дыма через открытый клапан на 1-м этаже $G_d = 3,52 \text{ кг/с}$ определяем по формуле (9)

$$G_{y2} = (0,091 + 0,14) \times 0,5 \times (20 - 1) + 3,52 = 5,71 \text{ кг/с.}$$

10. Для присоединения шахты к вентилятору принят воздуховод диаметром 800 мм, длиной 5 м с одним отводом под 90° . При этом потери давления по формуле (4) составят:

$$P_{вс} = 10,8 \times 0,15 \times 5 + 0,35 \times 89 = 39 \text{ Па.}$$

при скоростном давлении в воздуховоде $(5,71/0,5)^2 / (2 \times 0,73) = 89 \text{ Па}$ и $R_{тр} = 0,15 \text{ кгс/м}^2$.

11. Определяем потери давления системы на всасывании по формуле (10)

$$P_{y2} = 393 + 39 = 432 \text{ Па.}$$

12. Определяем подсосы воздуха через неплотности всасывающей сети при разрежении перед вентилятором 432 Па по формуле (11)

$$G_n = 1,1(0,0006 \times 2,8 \times 3,6 \times 19) + 0,0006 \times 2,5 \times 5 = 0,134 \text{ кг/с,}$$

где $0,0006 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$ по табл. 2 для стального воздуховода.

13. Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором по формуле (12) равен:

$$G_{сум} = 5,71 + 0,134 = 5,84 \text{ кг/с.}$$

14. Потери давления на всасывании с учетом подсоса воздуха через неплотности воздуховодов по формуле (13) равны:

$$P_v = 432[1 + (5,84/5,25)^2] \times 0,5 = 483 \text{ Па.}$$

15. Плотность газов перед вентилятором по формуле (14) равна:

СП(ОР) -20

$$\rho_{\text{сум}} = 5,84/[3,52/0,61 + (5,84 - 3,52)/1,2] = 0,76 \text{ кг/м}^3.$$

Температура газов перед вентилятором по п. 5.14 равна:

$$T = (353 - 273 \times 0,76)/0,76 = 191 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

16. Для удаления газов наружу принимается радиальный вентилятор с положением кожуха 270° , соединенный диффузором с дымовой трубой диаметром 800 мм длиной 5 м. Массовая скорость выброса газов через дымовую трубу $V_r = 5,84/0,5 = 11,68 \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2)$ и скоростное давление составит $11,68^2/(2 \times 0,76) = 90 \text{ Па}$.

Потери давления на выхлопе по формуле (4)

$$P_{\text{вых}} = 10,8 \times 0,15 \times 5 + 2,0 \times 90 = 188 \text{ Па}.$$

17. Суммарные потери давления в сети по формуле (15) равны:

$$P_{\text{сум}} = 483 + 188 = 671 \text{ Па}.$$

18. Естественное давление газов при высоте дымовой шахты 70 м и выхлопной трубы 5 м, при удельном весе наружного воздуха в теплый период года в Минске $\gamma_n = 3463/(273 + 28,5) = 11,49 \text{ Н/м}^3$ и плотности удаляемого газа $0,76 \text{ кг/м}^3$ определяем по формуле (16)

$$P_{\text{ес}} = 70[11,49 - (0,76 + 0,61) \cdot 4,95] + 5(11,49 - 0,76 \times 9,81) = 350 \text{ Па}.$$

19. Потери давления в системе с учетом естественного давления газов определяем по формуле (17)

$$P_{\text{вен}} = 671 - 350 = 321 \text{ Па}.$$

20. Напор вентилятора по условным потерям давления по формуле (18) равен:

$$P_{\text{ус}} = 1,2 \times 321/0,76 = 507 \text{ Па}.$$

21. Производительность вентилятора по формуле (19)

$$L_v = 3600 \times 5,84/0,76 = 27663 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Приложение В

Примеры расчета противодымной вентиляции из помещений

1. Пример расчета противодымной вентиляции из гаража-стоянки

Расчет систем вытяжной противодымной вентиляции для подземной двухуровневой подземной гараж-стоянки (помещение хранения автомобилей на отм. -2.700 S 2527,31 м², на отм. 0.000 S-2516,31 м²)

В расчете принимаем две дымовых зоны:

- помещение гаража-стоянки на отм. -2.700 S- 2527,31 м²;
- помещение гаража-стоянки на отм. 0.000 S- 2516,31 м².

СП(ОР) -20

Система вытяжной противодымной вентиляции **ВД1-ВД4** предусмотрена, через кирпичные (моноклитные) шахты из негорючих материалов с пределом огнестойкости EI 60 с установленными в них нормально закрытых противопожарных клапанов с пределом огнестойкости EI 60 для помещения гараж-стоянки на отм.-2.700 - стеновой горизонтальный, отм. 0.000 – стеновой вертикальный.

Размеры шахт ВД1-ВД4 – 800х400;

Для помещения гараж-стоянки на отм. -2.700 – предусмотрены горизонтальные стеновые клапаны размером 700х300 (площадь проходного сечения – 0,172 м²);

Для помещения гараж-стоянки на отм. 0.000 – предусмотрены вертикальные стеновые клапаны размером 700х300 (площадь проходного сечения – 0,172 м²).

Выполняем расчет по отм. -2.700, как наихудший вариант работы системы.

Определяем расход дыма для дымовой зоны:

$$G_d = 676,8 \cdot P_f \cdot Y^{1,5} \cdot K_s = 676,8 \cdot 12 \cdot 2^{1,5} = 22970 \text{ кг/ч} = 6,38 \text{ кг/с}.$$

С учетом защищаемой площади дымоприемных отверстий и их минимальных расстояний принимаем четыре дымоприемных отверстия (клапана КПВ-2) с массовым расходом:

$$G_{\text{кл}} = 6,38/4 = 1,6 \text{ кг/с (массовый расход дымовых газов)} - 11300 \text{ м}^3/\text{ч},$$

С учетом одинаковых геометрических размеров шахт, клапанов, материала шахты и высоты установки вентиляторов выполняем расчет по системе ВД1, который будет идентичный для систем ВД2-ВД4.

клапан торцевой ξ клапан с решеткой =2,31, КМС приведен условно;

прямой канал - $\xi = 1,14$ (КМС приведен условно);

Массовая скорость дыма клапане №1

$$V_{\text{кл } 700 \times 300} = 1,6/0,172 = 9,3 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$$

в шахте

$$V_{\text{ш } 800 \times 400} = 1,6/0,32 = 5 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$$

Определяем потери давления на клапане №1

СП(ОР) -20

$$P_{\text{кл1}} = 3,45 \times 9,3^2 / (2 \times 0,51) = 293 \text{ Па}$$

Потери давления на трение на первом участке шахте из кирпича при $K_c = 2,1$ и скоростном давлении

$$h_{\text{д1}} = 5^2 / (2 \times 0,51) = 25 \text{ Па}$$

$$d_{\text{экв диаметр}} = 2 \times A \times B / (A + B) = 2 \times 0,8 \times 0,4 / (0,8 + 0,4) = 0,533 \text{ м}$$

$$P_2 = 1,1 \times 9,81 \times 0,0684 \times 2,5 = 1,9 \text{ Па}$$

$$P_2 \text{ участка 1-2} = P_{\text{кл1}} + P_{1-2} = 293 + 1,9 = 295 \text{ Па}$$

Определяем подсос воздуха через не плотности закрытого дымового клапана на отм. 0.000 при отрицательном давлении 295 Па.

$$G_{\text{кл2}} = 0,0112 \times (A \times P)^{0,5} = 0,0112 \times (0,172 \times 295)^{0,5} = 0,08 \text{ кг/с}$$

Определяем потери давления на обратном клапане

Массовая скорость дыма на клапане 1

$$V_{\text{кл 600x300}} = 1,6 / 0,146 = 10,95 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2\text{)}$$

$$P_{\text{обрат клапан}} = 100 \text{ Па (согласно эксплуатационному паспорту).}$$

Суммарные потери $P_{\text{общ}}$

$$P_{\text{общ}} = P_2 \text{ участка 1-2} + P_{\text{обрат клапан (600x300)}} = 295 + 100 = 395 \text{ Па}$$

Развернутая площадь всех всасывающих воздуховодов и шахты 800x400 – 4 м – 9,6 м – бетонная шахта.

Удельный подсос воздуха через не плотности воздуховодов при разряжении в сети до вентилятора, равном 636 Па

$$G_{\text{в1}} = 1,1 \times (0,0025 \times 2,4 \times 4) = 0,0264 \text{ кг/с}$$

Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором

$$G_{\text{сум}} = 1,6 + 0,08 + 0,0264 = 1,71 \text{ кг/с}$$

Плотность газов перед вентилятором

$$\rho_{\text{сум}} = 1,71 / (1,6 / 0,51 + (0,11 / 1,2)) = 0,544 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta P_{\text{ес}} = h \times (j_{\text{н}} - j_{\text{с}}) + h_{\text{в}} \times (j_{\text{н}} - j_{\text{г}})$$

$$\gamma_{\text{н}} = 3463 / (273 + t_{\text{н}}) = 3463 / 298,5 = 11,6 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_{\text{с}} = 4,9 \times (\rho_{\text{в}} + 0,51) = 8,379 \text{ Н/м}^3$$

СП(ОР) -20

$$\gamma_{г}=9,81 \times \rho_{сум} = 9,81 \times 0,544 = 5,34 \text{ Н/м}^3$$

Естественное давление газов при высоте шахты 4 м и трубы 1 м при удельном весе наружного воздуха в теплый период года $\gamma_{н}=3463/(273+25,5)= 11,6 \text{ Н/м}^3$ и плотности удаляемого газа $0,544 \text{ кг/м}^3$

$$P_{ес}=4 \times (11,6-8,379)+1 \times (11,6-5,34) = 19,144 \text{ Па}$$

Потери давления, на которые должна быть рассчитана мощность, потребляемая вентилятором.

$$P_{в}= 395 - 19,144=378 \text{ Па}$$

Выбор вентилятора по производительности определяется расходом

$$L_{в}= 3600 \times 1,71 / 0,544 = 11\,316 \text{ м}^3/\text{ч}$$

а также по условным потерям давления, приведенным к плотности стандартного воздуха.

$$P_{ус}= 1,2 \times 378 / 0,544 = 830 \text{ Па.}$$

2. Пример расчета противодымной вентиляции из торгового центра

Расчет систем вытяжной противодымной вентиляции для двухэтажного торгового центра (помещения торговых залов на отм. 0.000 S-2516,31 м², на отм. +2.700 S 2527,31 м²)

В расчете принимаем две дымовых зоны:

- торговый зал на отм. 0.000 S- 2516,31 м².
- торговый зал на отм. +2.700 S- 2527,31 м²;

Система вытяжной противодымной вентиляции **ВД1-ВД4** предусмотрена, через кирпичные (монолитные) шахты из негорючих материалов с пределом огнестойкости EI 60 с установленными в них нормально закрытых противопожарных клапанов с пределом огнестойкости EI 60 для торгового зала на отм.+2.700 - стеновой горизонтальный, отм. 0.000 – стеновой вертикальный.

СП(ОР) -20

Размеры шахт ВД1-ВД4 – 800х400;

Для торгового зала на отм. 0.000 – предусмотрены вертикальные стеновые клапаны размером 700х300 (площадь проходного сечения – 0,172 м²).

Для торгового зала на отм. +2.700 – предусмотрены горизонтальные стеновые клапаны размером 700х300 (площадь проходного сечения – 0,172 м²);

Выполняем расчет по отм. 0,000, как наихудший вариант работы системы.

Определяем расход дыма для дымовой зоны:

$$G_{\text{д}} = 676,8 \cdot P_f \cdot Y^{1,5} \cdot K_s = 676,8 \cdot 12 \cdot 2^{1,5} = 22970 \text{ кг/ч} = 6,38 \text{ кг/с}.$$

С учетом защищаемой площади дымоприемных отверстий и их минимальных расстояний принимаем четыре дымоприемных отверстия (клапана КПВ-2) с массовым расходом:

$$G_{\text{кл}} = 6,38/4 = 1,6 \text{ кг/с (массовый расход дымовых газов)} - 11300 \text{ м}^3/\text{ч},$$

С учетом одинаковых геометрических размеров шахт, клапанов, материала шахты и высоты установки вентиляторов выполняем расчет по системе ВД1, который будет идентичный для систем ВД2-ВД4.

клапан торцевой ξ клапан с решеткой =2,31, КМС приведен условно;

прямой канал - $\xi = 1,14$ (КМС приведен условно);

Массовая скорость дыма клапане №1

$$V_{\text{кл } 700 \times 300} = 1,6/0,172 = 9,3 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$$

в шахте

$$V_{\text{ш } 800 \times 400} = 1,6/0,32 = 5 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$$

Определяем потери давления на клапане №1

$$P_{\text{кл1}} = 3,45 \times 9,3^2 / (2 \times 0,51) = 293 \text{ Па}$$

Потери давления на трение на первом участке шахте из кирпича при $K_c=2,1$ и скоростном давлении

$$h_{\text{д1}} = 5^2 / (2 \times 0,51) = 25 \text{ Па}$$

$$d_{\text{экв диаметр}} = 2 \times A \times B / (A + B) = 2 \times 0,8 \times 0,4 / (0,8 + 0,4) = 0,533 \text{ м}$$

СП(ОР) -20

$$P_2 = 1,1 \times 9,81 \times 0,0684 \times 2,5 = 1,9 \text{ Па}$$

$$P_{2 \text{ участка } 1-2} = P_{\text{кл}1} + P_{1-2} = 293 + 1,9 = 295 \text{ Па}$$

Определяем подсос воздуха через не плотности закрытого дымового клапана на отм. 0.000 при отрицательном давлении 295 Па.

$$G_{\text{кл}2} = 0,0112 \times (A \times P)^{0,5} = 0,0112 \times (0,172 \times 295)^{0,5} = 0,08 \text{ кг/с}$$

Определяем потери давления на обратном клапане

Массовая скорость дыма клапане 1

$$V_{\text{кл } 600 \times 300} = 1,6 / 0,146 = 10,95 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2\text{)}$$

$P_{\text{обрат клапан (600} \times \text{300)}} = 100 \text{ Па}$ (Обратный клапан Тюльпан. Согласно эксплуатационного паспорта).

Суммарные потери $P_{\text{общ}}$

$$P_{\text{общ}} = P_{2 \text{ участка } 1-2} + P_{\text{обрат клапан (600} \times \text{300)}} = 295 + 100 = 395 \text{ Па}$$

Развернутая площадь всех всасывающих воздуховодов и шахты $800 \times 400 - 4 \text{ м} - 9,6 \text{ м}$ – бетонная шахта.

Удельный подсос воздуха через не плотности воздуховодов при разряжении в сети до вентилятора, равном 636 Па

$$G_{\text{в}1} = 1,1 \times (0,0025 \times 2,4 \times 4) = 0,0264 \text{ кг/с}$$

Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором

$$G_{\text{сум}} = 1,6 + 0,08 + 0,0264 = 1,71 \text{ кг/с}$$

Плотность газов перед вентилятором

$$\rho_{\text{сум}} = 1,71 / (1,6 / 0,51 + (0,11 / 1,2)) = 0,544 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta P_{\text{ес}} = h \times (j_{\text{н}} - j_{\text{с}}) + h_{\text{в}} \times (j_{\text{н}} - j_{\text{г}})$$

$$\gamma_{\text{н}} = 3463 / (273 + t_{\text{н}}) = 3463 / 298,5 = 11,6 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_{\text{с}} = 4,9 \times (\rho_{\text{в}} + 0,51) = 8,379 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_{\text{г}} = 9,81 \times \rho_{\text{сум}} = 9,81 \times 0,544 = 5,34 \text{ Н/м}^3$$

Естественное давление газов при высоте шахты 4 м и трубы 1 м при удельном весе наружного воздуха в теплый период года $\gamma_{\text{н}} = 3463 / (273 + 25,5) = 11,6 \text{ Н/м}^3$ и плотности удаляемого газа $0,544 \text{ кг/м}^3$

СП(ОР) -20

$$P_{ec}=4 \times (11,6-8,379)+1 \times (11,6-5,34) = 19,144 \text{ Па}$$

Потери давления, на которые должна быть рассчитана мощность, потребляемая вентилятором.

$$P_v= 395 - 19,144=378 \text{ Па}$$

Выбор вентилятора по производительности определяется расходом

$$L_v= 3600 \times 1,71 / 0,544 = 11\,316 \text{ м}^3/\text{ч}$$

а также по условным потерям давления, приведенным к плотности стандартного воздуха.

$$P_{yc}= 1,2 \times 378 / 0,544 = 830 \text{ Па.}$$

Приложение Г

Пример расчета противодымной вентиляции для незадымляемой лестничной клетки типа Н2 здания

Здание общественное, трехэтажное, лестничная клетка не имеет естественного освещения.

Температура наружного воздуха для зимнего периода года $t_n = -28^\circ\text{C}$ Скорость ветра $V_B = 4,9 \text{ м/с}$.

Температура внутреннего воздуха до начала пожара $t_b = 16^\circ\text{C}$.

Высота этажа $h_{эт} = 4 \text{ м}$. Уровень расположения воздухозаборного отверстия системы подпора в лестничную клетку $h_{вз} = 12 \text{ м}$.

СП(ОР) -20

Размеры одностворчатых дверей из коридора в лестничную клетку $B_n \times H_n = 1,2 \times 2,1$ м.

Выход из здания через одинарный тамбур (две последовательные одностворчатые двери), размеры дверей $B_{вх} \times H_{вх} = 1,2 \times 2,1$ м. Площадь лестничной клетки $f_{лк} = 20$ м².

Удельная характеристика сопротивления газопроницанию закрытых дверей лестничной клетки $S_{уд} = 7000$ м³/кг.

Вариант 1: открыта дверь из коридора в лестничную клетку, входная дверь здания и двери лестничной клетки на остальных этажах закрыты.

Вариант 2: открыта входная дверь здания, дверь из коридора в лестничную клетку закрыта на всех этажах.

Порядок расчета для варианта 1

Плотность наружного воздуха ρ_n определяют по формуле (36):

$$\rho_n = \frac{353}{-28 + 273} = 1,44 \text{ кг / м}^3;$$

Плотность воздуха в здании ρ_v определяют по формуле (51):

$$\rho_v = \frac{353}{16 + 273} = 1,22 \text{ кг / м}^3;$$

Температура T_n и плотность ρ_n приточного воздуха по формуле (36)

$$T_n = \frac{245 + 289}{2} = 267 \text{ К},$$

$$\rho_n = \frac{353}{267} = 1,32 \text{ кг / м}^3.$$

Наружное давление на наветренном $P_{ннi}$ и заветренном $P_{нзi}$ фасадах определяют соответственно по формулам (36) и (42). Давление внутри здания $P_{вi}$ определяют по формуле (44). Наружное давление на уровне воздухоприемного отверстия $P_{нз.в}$ определяют по формуле (50):

$$P_{нз.в} = -0,6 \frac{1,44 \cdot 4,9^2}{2} - 9,81 \cdot 12,0(1,44 - 1,22) = -36,27 \text{ Па}.$$

Давление в лестничной клетке на уровне i-го этажа $P_{лki}$ определяют по формуле (35).

Результаты расчетов заносим в таблицу Г.1.

Таблица Г.1

Этаж	$P_{ннi}$, Па	$P_{нзi}$, Па	$P_{вi}$, Па	$P_{лki}$, Па
1	13,83	-10,37	1,73	33,83
2	9,12	-15,08	-2,98	35,24
3	4,41	-19,79	-7,69	36,76
Забор воздуха $P_{нз.в}$, Па	-	-36,27	-	-

СП(ОР) -20

Массовый расход воздуха, удаляемого из лестничной клетки в коридор этажа пожара, G_n определяют по формуле (37):

$$G_n = 1,5 \cdot 1,32 \cdot 1,2 \cdot 2,1 = 4,99 \text{ кг/с.}$$

Массовый расход воздуха через входную дверь здания $G_{вх}$ равен нулю.

Массовый расход воздуха поступающего на 1-й этаж лестничной клетки со 2-го, G_{2-1} определяют по формуле (39):

$$G_{2-1} = 4,99 + 0 = 4,99 \text{ кг/с.}$$

Давление в лестничной клетке на уровне 2-го этажа $P_{лк2}$ определяют по формуле (40):

$$P_{лк2} = 33,83 + \frac{30 \cdot 4,99^2}{1,32 \cdot 20^2} = 35,24 \text{ Па.}$$

Характеристику сопротивления газопроницанию дверей лестничной клетки $S_{дв}$ определяют по формуле (45):

$$S_{дв} = \frac{7000}{(2,1 \cdot 1,2)^2} = 1102 \frac{1}{\text{кг} \cdot \text{м}}.$$

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей из лестничной клетки внутрь здания на 2-м этаже $G_{д2}$ определяют по формуле (43):

$$G_{д2} = \left(\frac{36,76 + 7,69}{1102} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,20 \text{ кг/с.}$$

Массовый расход воздуха в лестничной клетке с 3-го этажа на 2-й $G_{3,2}$ равен сумме расходов воздуха со 2-го этажа на 1-й и расхода воздуха, фильтрующегося через щели дверей на 2-м этаже, по формуле (46):

$$G_{3,2} = 4,99 + 0,19 = 5,18 \text{ кг/с}$$

Давление в лестничной клетке на уровне 3-го этажа $P_{лк3}$ определяют по формуле (47):

$$P_{лк3} = 35,24 + \frac{30 \cdot 5,18^2}{1,32 \cdot 20^2} = 36,76 \text{ Па.}$$

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей из лестничной клетки внутрь здания на 3-м этаже, $G_{д3}$ определяют по формуле (43)

$$G_{д3} = \left(\frac{36,76 + 7,69}{1102} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,20 \text{ кг/с.}$$

Массовый расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку, $G_{лк}$ равен сумме расходов воздуха с 3-го этажа на 2-й и расхода воздуха, фильтрующегося через щели дверей на 3-м этаже:

$$G_{лк} = 5,18 + 0,20 = 5,38 \text{ кг/с.}$$

СП(ОР) -20

Расход воздуха, который необходимо подавать в верхнюю часть лестничной клетки для создания подпора при пожаре, $L_{лк}$ определяют по формуле (48):

$$L_{лк} = \frac{3\,600 \cdot 5,38}{1,44} = 13\,450 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Давление, которое должен обеспечивать вентилятор подачи воздуха в лестничную клетку, $P_{вент}$ определяют по формуле (49):

$$P_{вент} = 36,76 + 36,27 + \Delta P_{сети} = 73,03 \text{ Па} + \Delta P_{сети}.$$

Потери давления в сети обвязки вентилятора от воздухозаборного отверстия до объема лестничной клетки $\Delta P_{сети}$, Па, зависят от конфигурации сети и конкретного проектного решения.

Порядок расчета для варианта 2

Плотность наружного воздуха ρ_n определяют по формуле (36):

$$\rho_n = \frac{353}{-28 + 273} = 1,44 \text{ кг/м}^3;$$

Плотность воздуха в здании ρ_v определяют по формуле (51):

$$\rho_v = \frac{353}{16 + 273} = 1,22 \text{ кг/м}^3;$$

Температура T_n и плотность ρ_n приточного воздуха по формуле (36)

$$T_n = \frac{245 + 289}{2} = 267 \text{ К},$$

$$\rho_n = \frac{353}{267} = 1,32 \text{ кг/м}^3.$$

Наружное давление на наветренном $P_{ннi}$ и заветренном $P_{нзi}$ фасадах определяют соответственно по формулам (36) и (42). Давление внутри здания $P_{вi}$ определяют по формуле (44). Наружное давление на уровне воздухоприемного отверстия $P_{нз.в}$ определяют по формуле (50):

$$P_{нз.в} = -0,6 \frac{1,44 \cdot 4,9^2}{2} - 9,81 \cdot 12,0(1,44 - 1,22) = -36,27 \text{ Па}.$$

Давление в лестничной клетке на уровне на уровне 1-го этажа $P_{лкi}$ определяют по формуле (35).

Результаты расчетов заносим в таблицу Г.2.

Таблица Г.2

Этаж	$P_{ннi}$, Па	$P_{нзi}$, Па	$P_{вi}$, Па	$P_{лкi}$, Па
1	13,83	-10,37	1,73	33,83
2	9,12	-15,08	-2,98	42,44
3	4,41	-19,79	-7,69	51,33
Забор воздуха $P_{нз.в}$, Па	-	-36,27	-	-

Эквивалентную гидравлическую площадь входных дверей здания $(\mu f)_{\text{вх}}$ определяют по формулам (38, 38б):

$$(\mu f)_{\text{вх}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{(0,64 \cdot 1,2 \cdot 2,1)^2} + \frac{1}{(0,64 \cdot 1,2 \cdot 2,1)^2} \right)^{\frac{1}{2}}} = 1,14 \text{ м}^2.$$

Массовый расход воздуха, удаляемого из лестничной клетки в коридор этажа пожара, $G_{\text{п}}$ равен нулю.

Массовый расход воздуха, удаляемого из лестничной клетки наружу через открытую входную дверь здания, $G_{\text{вх}}$ определяют по формуле (38):

$$G_{\text{вх}} = 1,14 [2 \cdot 1,32(33,83 + 10,37)]^{1/2} = 12,31 \text{ кг/с}.$$

Массовый расход воздуха, поступающего на 1-й этаж лестничной клетки со 2-го, $G_{2,1}$ который необходимо подавать из лестничной клетки наружу через открытую входную дверь здания в коридор этажа пожара, $G_{\text{п}}$ равен нулю. со 2-го этажа лестничной клетки на 1-й $G_{2,1}$ определяют по формуле (39):

$$G_{2,1} = 0 + 12,31 = 12,31 \text{ кг/с}.$$

Давление в лестничной клетке на уровне 2-го этажа $P_{\text{лк}2}$ определяют по формуле (40):

$$P_{\text{лк}2} = 33,83 + \frac{30 \cdot 12,31^2}{1,32 \cdot 20^2} = 42,44 \text{ Па}.$$

Характеристику сопротивления газопроницанию дверей лестничной клетки $S_{\text{дв}}$ определяют по формуле (45):

$$S_{\text{дв}} = \frac{7000}{(2,1 \cdot 1,2)^2} = 1102 \frac{1}{\text{кг} \cdot \text{м}}.$$

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей из лестничной клетки внутрь здания на 2-м этаже, $G_{\text{д}2}$ определяют по формуле (43):

$$G_{\text{д}2} = \left(\frac{42,44 + 2,98}{1102} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,20 \text{ кг/с}.$$

Массовый расход воздуха в лестничной клетке с 3-го этажа на 2-й $G_{3,2}$ равен сумме расходов воздуха со 2-го этажа на 1-й и расхода воздуха, фильтрующегося через щели дверей на 2-м этаже, по формуле (46):

$$G_{3,2} = 12,31 + 0,20 = 12,51 \text{ кг/с}.$$

Давление в лестничной клетке на уровне 3-го этажа $P_{\text{лк}3}$ определяют по формуле (47):

$$P_{\text{лк}3} = 42,44 + \frac{30 \cdot 12,51^2}{1,32 \cdot 20^2} = 51,33 \text{ Па}.$$

СП(ОР) -20

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей из лестничной клетки внутрь здания на 3-м этаже, $G_{дз}$ определяют по формуле (43):

$$G_{дз} = \left(\frac{51,33 + 7,69}{1102} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,23 \text{ кг/с}$$

Массовый расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку, $G_{лк}$ равен сумме расходов воздуха с 3-го этажа на 2-й и расхода воздуха, фильтрующегося через щели дверей на 3-м этаже:

$$G_{лк} = 12,51 + 0,23 = 12,74 \text{ кг/с.}$$

Расход воздуха, который необходимо подавать в верхнюю часть лестничной клетки для создания подпора при пожаре, $L_{лк}$ определяют по формуле (48):

$$L_{лк} = \frac{3600 \cdot 12,74}{1,44} = 31850 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Давление, которое должен обеспечивать вентилятор подачи воздуха в лестничную клетку, $P_{вент}$ определяют по формуле (49):

$$P_{вент} = 51,33 + 36,27 + \Delta P_{сети} = 87,60 \text{ Па} + \Delta P_{сети}$$

Потери давления в сети обвязки вентилятора от воздухозаборного отверстия до объема лестничной клетки $\Delta P_{сети}$, Па, зависят от конфигурации сети и конкретного проектного решения.

Приложение Д

Пример расчета противодымной вентиляции для незадымляемой лестничной клетки типа НЗ здания

Расход наружного воздуха, подаваемого в тамбур-шлюз первого этажа перед лестничной клеткой НЗ, следует определять из расчета по условию обеспечения средней скорости истечения воздуха через открытый дверной проем не менее 1,3 м/с.

$$G_a = 0,8 \times 1,95 \times 1,3 = 2,028 \text{ м}^3/\text{с} = 7301 \text{ м}^3/\text{ч} = 2,43 \text{ кг/с}$$

Шахта 2000 x 450 – высотой 54 м, из кирпича – на подпор

СП(ОР) -20

При расчете параметров приточной противодымной в соответствии с СН 2.02.07 принимаем температуру наружного воздуха и скорость ветра для холодного периода года (Параметры Б) -24 °С, 3,7 м/с. Температура коридора принимается – 16 °С.

Плотность воздуха (улица) при -24 °С – 1,4224 кг/м³

Плотность воздуха (внутри здания) при 16 °С – 1,225 кг/м³

Гравитационное давление, Па, определяется по формуле

$$P_{гр} = H \times (1,4224 - 1,225) \times 9,81 = 54 \times (1,4224 - 1,225) \times 9,81 = 105 \text{ Па}$$

где H - 54 м (от клапана подачи до забора воздуха)

Принимаем клапан – 600х500 (0,258 м²)

Массовая скорость воздух в клапане

$$V_p = 2,43 / 0,258 = 9,42 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$$

и в шахте $V_{ш} = 2,43 / 0,9 = 2,7 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$

Определяем потери давления в дымовом клапане на 1-м этаже

$$P_1 = (4,56 \times 9,422) / (2 \times 1,4224) = 142 \text{ Па}$$

, где $\xi_{90} = 1,2$, $\xi_{кл} = 3,36$ $\xi = \xi_{90} + \xi_{кл}$

Потери давления на трение в шахты из кирпича при $K_c = 2,1$ и скоростном давлении

$$h_{д1} = 2,72 / (2 \times 1,4224) = 2,57 \text{ Па}$$

$$d_{\text{эквивалент}} = (2 \times 2 \times 0,45) / (2 + 0,45) = 0,735 \text{ м}$$

$$P_2 = 0,058 \times 54 \times 2,1 = 6,6 \text{ Па}$$

Потери давления на трение в воздуховоде на кровле длиной 3 размером 0,5х0,8 при $K_c = 1$ и скоростном давлении

$$V_v = 2,43 / 0,4 = 6,075 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$$

$$h_{д1} = 6,0752 / (2 \times 1,4224) = 12,97 \text{ Па}$$

$$d_{\text{эквивалент}} = (2 \times 0,5 \times 0,8) / (0,5 + 0,8) = 0,615 \text{ м}$$

$$P_3 = 0,322 \times 3 \times 1 + 2,4 \times 6,0752 / (2 \times 1,4224) = 1 + 31,14 = 32,14 \text{ Па}$$

, где $\xi_{90} = 1,2$, всего два по 90 – 2,4

Определяем потери давления на обратном клапане

$$P_{\text{обр.кл}} = 2,9 \times 6,0752 / (2 \times 1,4224) = 37,62 \text{ Па}$$

$$\xi_{\text{обр.}} = 2,9$$

Суммарные потери

$$P_{\text{общ.}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_{\text{обр.клап}} + P_{гр} = 142 + 6,6 + 32,14 + 37,62 + 105 = 323,36 \text{ Па}$$

Утечка воздуха в шахте через 17 клапанов при давлении -323,36 Па

$$G_{кл1} = 0,0112 \times (0,258 \times 323,36) \times 0,5 \times 17 = 1,74 \text{ кг/с}$$

СП(ОР) -20

Суммарный расход воздуха составит:

$G_{\text{общ}} = G_{\text{кл}} + G_{\text{подс}} = 2,43 + 1,74 = 4,17 \text{ кг/с}$ (Плотность воздуха – 1,2)

Вентилятор необходим $G_{\text{общ}} = 12510 \text{ м}^3/\text{ч}$, давление 323,36 Па.

Приложение Е

Пример расчета противодымной вентиляции для тамбур-шлюзов

Расход воздуха для подачи в тамбур-шлюз (двери закрыты), расположенный перед лифтовой шахтой в подвальном этаже.

Тамбур-шлюз имеет на входе дверь размером $1 \times 2 = 2 \text{ м}^2$ и дверь в лифтовую шахту размером $0,8 \times 2 = 1,6 \text{ м}^2$. Притворы имеют щели шириной 2 мм, общей площадью $[(1 + 2)^2 + (0,8 + 2)^2] \cdot 0,002 = 0,0232 \text{ м}^2$. Расчетная температура воздуха $-25 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность воздуха $353/273 - 25 = 1,423 \text{ кг/м}^3$. Скорость ветра 5 м/с.

СП(ОР) -20

Расход определяем по формуле (50)

$$G = 3157 \times 0,0232 \times (20 + 0,7 \times 5^2 \times 1,423)^{0,5} / 1,2 = 409 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Приложение Ж

Пример расчета противодымной вентиляции для шахт лифтов

Здание общественное, трехэтажное.

Температура наружного воздуха для зимнего периода года $t_n = -28^\circ\text{C}$. Скорость ветра $V_B = 4,9 \text{ м/с}$.

Температура внутреннего воздуха до начала пожара $t_B = 16^\circ\text{C}$.

Высота этажа $h_{\text{эт}} = 4 \text{ м}$. Уровень расположения воздухозаборного отверстия системы подпора в шахту лифта $h_{\text{вз}} = 12 \text{ м}$.

Периметр дверей шахты лифта $\Pi = 2 (1 + 2) = 6 \text{ м}$.

СП(ОР) -20

Удельная характеристика сопротивления газопроницанию закрытых дверей шахты лифта $S_{уд} = 7000 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Порядок расчета

Плотность наружного воздуха ρ_n определяют по формуле:

$$\rho_n = \frac{353}{-28 + 273} = 1,44 \text{ кг/м}^3,$$

Плотность воздуха в здании ρ_v определяют по формуле (50):

$$\rho_v = \frac{353}{16 + 273} = 1,22 \text{ кг/м}^3;$$

Температуру T_n и плотность ρ_n приточного воздуха определяют по формулам (36):

$$T_n = \frac{245 + 289}{2} = 267 \text{ К},$$

$$\rho_n = \frac{353}{267} = 1,32 \text{ кг/м}^3.$$

Наружное давление на наветренном $P_{ннi}$ и заветренном $P_{нзi}$ фасадах определяют соответственно по формулам (36) и (42). Давление внутри здания $P_{вi}$ определяют по формуле (37). Наружное давление на уровне воздухоприемного отверстия $P_{нз.в}$ определяют по формуле (50):

$$P_{нз.в} = -0,6 \frac{1,44 \cdot 4,9^2}{2} - 9,81 \cdot 12,0(1,44 - 1,22) = -36,27 \text{ Па}.$$

Результаты расчетов заносим в таблицу Ж.1

Таблица Ж.1

Этаж	$P_{ннi}$, Па	$P_{нзi}$, Па	$P_{вi}$, Па	$P_{шлi}$, Па
1	13,83	-10,37	1,73	33,83
2	9,12	-15,08	-2,98	33,83
3	4,41	-19,79	-7,69	33,83
Забор воздуха $P_{нз.в}$, Па	-	-36,27	-	-

Массовый расход воздуха, уходящего через щель между кабиной и шахтой лифта на 1-м этаже, $G_{шл1}$ определяют по формуле (55):

$$G_{шл1} = 0,64 \cdot 0,03 \cdot 6 [2 \cdot 1,32 (33,83 - 13,83)]^{\frac{1}{2}} = 0,84 \text{ кг/с}.$$

Характеристику сопротивления газопроницанию закрытых дверей $S_{дв}$ определяют по формуле (45):

$$S_{дв} = \frac{7000}{(1,2)^2} = 1750 \frac{1}{\text{кг} \cdot \text{м}}.$$

Массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели закрытых дверей шахты лифта на 2-м и 3-м этажах, $G_{шл2}$ и $G_{шл3}$ определяют по формуле (56):

$$G_{\text{шл1}} = \left(\frac{33,83 + 2,98}{1750} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,14 \text{ кг/с.}$$

$$G_{\text{шл2}} = \left(\frac{33,83 + 7,69}{1750} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,15 \text{ кг/с.}$$

Массовый расход воздуха, который необходимо подавать в шахту лифта для создания в ней подпора воздуха при пожаре, $G_{\text{шл3}}$ определяют по формуле (53):

$$G_{\text{шл}} = 0,84 + 0,14 + 0,15 = 1,13 \text{ кг/с.}$$

Расход воздуха, который необходимо подавать в объем шахты лифта для создания подпора при пожаре, $L_{\text{шл}}$ определяют по формуле (57):

$$L_{\text{шл}} = \frac{3600 \cdot 1,13}{1,44} = 2825 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Давление, которое должен обеспечивать вентилятор подачи воздуха в шахту лифта, $P_{\text{вент}}$ определяют по формуле (58):

$$P_{\text{вент}} = 33,83 + 36,27 + \Delta P_{\text{сети}} = 70,10 \text{ Па} + \Delta P_{\text{сети}}$$

Потери давления в сети обвязки вентилятора от воздухозаборного отверстия до объема лестничной клетки $\Delta P_{\text{сети}}$, Па, зависят от конфигурации сети и конкретного проектного решения.

Библиография

[1] ТР ЕАЭС 043/2017 О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения

[2] Справочник проектировщика. Внутренние санитарно -технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2. — М.: Стройиздат,1992.

[3] Руководство по расчету воздуховодов из унифицированных деталей АЗ-804. ГОССТРОЙ СССР. Москва 1979.